

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Приладобудівний

(повна назва факультету)

Приладобудування

(повна назва кафедри)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_

(підпис)

\_\_\_\_\_

(ініціали, прізвище)

“ ” \_\_\_\_\_ 20\_\_ р.

**Дипломний проект**

на здобуття ступеня бакалавра

з напрямку підготовки 6.051003 Приладобудування

на тему: Система контролю забруднення водного середовища на основі  
бездротових мереж

Виконав (-ла): студент (-ка) \_\_\_\_\_ курсу, групи \_\_\_\_\_

(шифр групи)

Балюта Дмитро Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Керівник Гераїмчук Михайло Дем'янович проф., д.т.н. \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Консультант \_\_\_\_\_

(назва розділу)

\_\_\_\_\_

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_

(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному  
проекті немає запозичень з праць інших  
авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_

Київ – 2019року

# ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ\*

[illegible]

				ДП ПІ-51-1. 00.000.00		
	ПІБ	Підп.	Дата	Відомість дипломного проекту	Лист	Листів
Розробн.	Балюта Д				1	1
Керівн.	Гераїмчук				КПІ імені Ігоря Сікорського Каф. _____ Гр. _____	
Консульт.						
Н/контр.						
Зав.каф.						

\* Відомість виконується згідно зі Стандартом відповідної галузі економіки

**Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського»**

Інститут (факультет) \_\_\_\_\_ Приладобудівний  
(повна назва)

Кафедра \_\_\_\_\_ Приладобудування  
(повна назва)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки \_\_\_\_\_ 6.051003 Приладобудування  
(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.Д. Гераїмчук  
(підпис) (ініціали, прізвище)

« \_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ  
на дипломний проект студенту  
Балюті Дмитру Серійовичу**  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Система контролю забруднення водного середовища на основі бездротових мереж

керівник проекту Гераїмчук Михайло Дем'янович проф., д.т.н.  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «27» 05 2019 р. № 1384 -с

2. Термін подання студентом проекту \_\_\_\_\_

3. Вихідні дані до проекту Визначення показників технологічності конструкції, схема складального складу, технологічна схема складання

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

4. Зміст пояснювальної записки Варіанти побудови систем збору параметрів середовища, спосіб відбору проби рідини для аналізу в ній домішок і пристрій для його здійснення, датчик тиску, огляд аналогів об'єкта проектування, технологічний розділ

\_\_\_\_\_

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо) 3-д модель датчика тиску 1 арк.ф. А1, Датчик тиску. Складальне креслення 1арк.ф. А1, Прилад для відбору проб води. Складальне креслення 1 акр.ф. А1, Деталювання складального креслення приладу 1 арк.ф А1

#### 6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Технологічний	Антонюк В. С., професор, д.т.н.		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
1.	Розробка принципів схем системи та її елементів	31 травня 2019 р.	
2.	Розробка графічної частини проекту	2 червня 2019 р.	
3.	Проведення розрахунків системи	5 червня 2019 р.	
4.	Виконання технологічного розділу проекту	6 червня 2019 р.	
5.	Оформлення пояснювальної записки	7 червня 2019 р.	
6.	Представлення дипломного проекту на перевірку керівникові проекту	8 червня 2019 р.	
7.	Передача матеріалів проекту на перевірку виявлення збігів/схожості текстів Unicheck	9 червня 2019 р.	
8.	Представлення проекту на рецензію	10 червня 2019 р.	
9.	Представлення проекту на затвердження завідувачу кафедри	12 червня 2019 р.	
10.	Передача електронної версії проекту до бібліотеки	13 червня 2019 р.	
11.	Представлення проекту до екзаменаційної комісії	19 червня 2019 р.	

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Балюта Д.С

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

Керівник проекту

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Гераїмчук М.Д.

\_\_\_\_\_  
(ініціали, прізвище)

# **Пояснювальна записка до дипломного проекту**

на тему: Система контролю забруднення водного середовища на основі  
бездротових мереж

---

Київ – 2019 року

# АНОТАЦІЯ

Даний дипломний проект містить 58 аркушів, 23 ілюстрацій, 2 таблиці, 20 переліків посилань.

Мета проекту: дослідити способи відбору проб води для аналізу в ній домішок і пристрій для його здійснення і приладів які контролюють забруднення водного середовища.

Пояснювальна записка включає:

- Проектно-конструкторський розділ, де було розглянуто методику розрахунку основних показників якості води і огляд аналогів об'єкта проектування ;
- Технологічний розділ;
- Висновки і список літератури.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## SUMMARY

This diploma project contains 58 sheets, 23 illustrations, 2 tables, 20 list of references.

Purpose of the project: to study the methods of sampling water for analysis of impurities in it and the device for its implementation and devices that control the pollution of the water environment.

Explanatory note includes:

- Design and construction section where budo considers the methodology for calculating the main indicators of water quality and an overview of the design object's analogues;
- Technological section;
- Conclusions and list of literature.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Зміст

Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів .....	
Вступ .....	
1. Проектно-конструкторський розділ .....	
1.1 Варіанти побудови систем збору параметрів середовища.....	
1.2 Спосіб відбору проби рідини для аналізу в ній домішок і пристрій для його здійснення .....	
1.3 Датчик тиску .....	
1.4 Дистанційний моніторинг параметрів водного середовища .....	
1.5 Методика розрахунку основних показників якості води .....	
1.6 Огляд аналогів об'єкта проектування .....	
1.6.1 Прилади для прямого визначення хімічних інгредієнтів у воді .....	
1.6.2 Контроль вмісту нафтопродуктів у воді .....	
1.6.3 Кондуктометричний аналіз .....	
1.6.4 Контроль рН .....	
1.6.5 Контроль розчиненого кисню .....	
1.6.6 Контроль лужності води .....	
1.7 Прилади серійного виробництва для вимірювання каламутності води..	
1.7.1 Нові автоматичні мутноміри .....	
1.8 Аналізатор якості води АКВ-1 .....	
1.9 Аналізатор якості води АКВ-2 .....	
2. Технологічний розділ .....	
2.1 Короткий опис приладу.....	
2.2 Технологічна частина. Вступ .....	
2.3 Визначення показників технологічності конструкції .....	

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ					
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						
Розроб.		Балюта Д.С			Пояснювальна записка			Лім.	Арк.	Акрушів
Перевір.										
Реценз.								ПБФ, КПІ		
Н. Контр.										
Затверд.		Гераїмчук М.Д								



2.4	Схема складального складу .....
2.5	Технологічна схема складання .....
2.6	Розрахунок складальної одиниці на точність .....
	Висновки .....
	Список літератури .....
	Додатки .....

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Перелік умовних позначень, символів, скорочень і термінів

ПК – пристрій контролю;

ДМПВС - дистанційний моніторинг параметрів водного середовища;

АСКЯВ - автоматична станція контролю якості води;

ОСЗ - оператор стільникового зв'язку;

СМ - сенсорні мережі;

ЛПШ - лімітуючий показник шкідливості;

ГДК - гранично допустима концентрація;

ХПК - хімічні потреби в кисні;

ЧЕ – чутливий елемент;

КНС - кремній на «сапфірі»;

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Вступ

Структура системи моніторингу за станом водного середовища

Єдину систему моніторингу формують три рівні:

- 1) засоби оперативного автоматичного контролю забруднення вод;
- 2) пересувні і стаціонарні гідрохімічні лабораторії;
- 3) центр обробки інформації, отриманої від автоматизованих станцій.

Засоби оперативного автоматичного контролю забруднення вод розділяють на 2 групи:

- автоматичні станції контролю якості води (АСКЯВ) або монітори;
- аналізатори.

За їхньої допомоги визначають низку показників якості води, як катіони та аніони, а також мінеральні речовини, специфічні (нафтопродукти, важкі метали, пестициди та ін.) та органічні забруднювачі. У таблиці 1 – наведено методи, які використовуються для автоматизованого аналізу поверхневих вод.

Таблиця 1

Характерні показники	Властивості води та інгредієнти, що вимірюються
Мінеральні речовини	$\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{Na}^+$ , $\text{SO}_4^{2-}$ , $\text{HCO}_3^-$
Органічні речовини	Загальний органічний вуглець, БСК, розчинений кисень
Показники евтрофікації	Первинна продукція та деструкція або хлорофіл; розчинений кисень; $\text{NH}_4$ , $\text{NO}_3^-$ , $\text{NO}_2^-$ , $\text{PO}_4^-$ , $\text{N}_{\text{заг}}$
Показники токсичності	Специфічні біологічні тести (водні організми, ферментативні реакції)
Специфічні забруднюючі речовини	Важкі метали (Hg, Pb, Cd та інші), пестициди, нафтопродукти, феноли, СПАР
Загальні показники	Температура, рН, електрична провідність, окисно-відновний потенціал, завислі речовини

Автоматична станція контролю якості води (АСКЯВ) – це комплексний багатофункціональний пристрій, який дає змогу без участі людини швидко отримувати, оброблювати, зберігати та передавати в центр дані про фізичні властивості і хімічний склад вод: глибина, температура, каламутність, рН, кисень, хлор, УФ-світлопропускання, катіони, аніони, феноли, нафтопродукти, сума органічних кислот, пестициди.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Будова і принцип дії автоматичних станцій контролю якості води.

Практично усі автоматизовані станції контролю якості поверхневих вод, як закордонні, так і вітчизняні, діють за однаковим принципом.

Система складається з датчикової частини, яка розташована в різних точках підконтрольного водного середовища, приборів для передавання інформації та центральної станції для приймання та реєстрації аналогових і цифрових сигналів. Різниця між системами полягає в способі дії та особливостях будови окремих блоків, ступені автоматизації одержання і оброблення інформації та кінцевого результату.

Найпоширенішими є способи розміщення блоку датчиків:

- безпосередньо у водоймі, коли на трасі занурюють блок, з'єднаний з приладом, розміщеним на березі. Перевага способу заключається в тому, що інформація надходить у уже зазначену точку без транспортного запізнення та пов'язаних з ним похибок. Однак експлуатація такого блоку затруднена, тому, що його необхідно часто перевіряти для очистки від організмів, якими він обростає у воді. Цей метод практично не використовують на ріках зі складним гідрологічним режимом та в районах із суворим кліматом;

- у нижній частині автоматизованої станції у спеціальному відсіку, куди воду подають із заданої точки водоймища зануреним насосом. Цей спосіб конструктивно простіший та надійніший. Недоліками є транспортне запізнення одержання інформації та похибки внаслідок можливого обростання водними організмами внутрішньої поверхні шланга, яким подають воду. Метод застосовують в більшості закордонних конструкцій.

Для передачі інформації про виміряні параметри на центральну станцію використовують аналоговий та цифровий методи. Перший метод є зручним та простим в реалізації, другий — забезпечує високу, точність, але потребує додаткових витрат на апаратуру переробки аналогових сигналів на цифрові.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



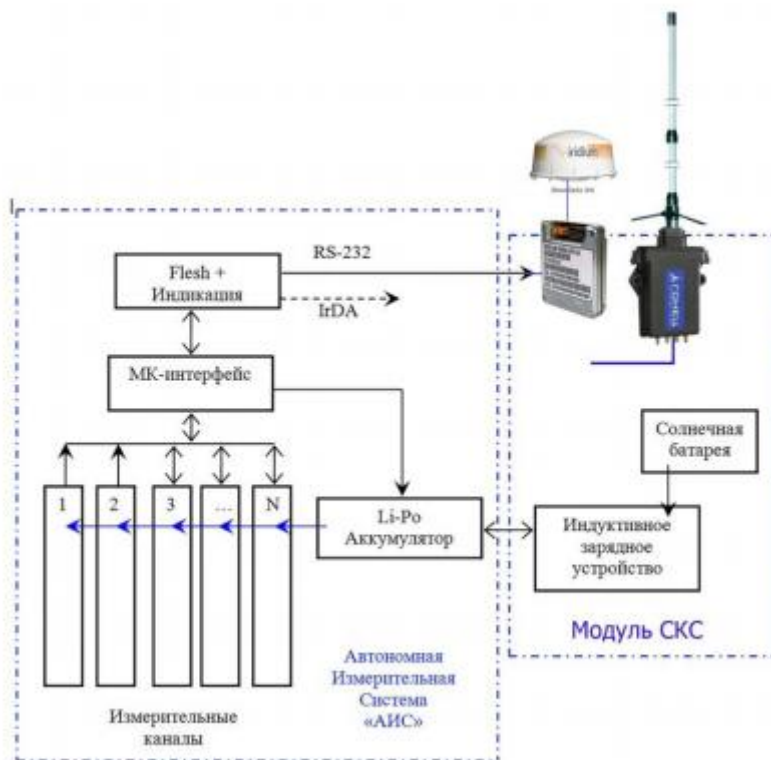


Рисунок 1.3 – Збір даних косм-зв'язок

Рисунок 1.2 та 1.3 - профілюючий мультипараметричний комплекс дрефтерний або донною постановки.

Авіаційна / суднова постановка:

- збір даних радіоканал;
- збір даних супутниковий зв'язок.

## 1.2 Спосіб відбору проби рідини для аналізу в ній домішок і пристрій для його здійснення

Винахід відноситься до аналітичної хімії і може бути використано для контролю домішок в різних рідинах, в т.ч. і домішок нафтопродуктів в об'єктах навколишнього середовища. Спосіб полягає в тому, що при відборі проби рідини для аналізу в ній домішок шляхом занурення ємності в рідину, заповнення її за допомогою вакууму, вилучення проби рідини і проведення аналізу одночасно з заповненням ємності рідиною здійснюють сорбіровання домішок з певного об'єму рідини на поглинальному засобі з подальшим проведенням аналізу. Пристрій для здійснення способу містить закриту ємність, забезпечену утримує елементом, збірними наконечником, який виконаний з ущільнювальним елементом, забезпечений змінною люлькою, заповненою засобом, поплавком з мембранним клапаном і штуцером, один кінець якого служить для приєднання шланга вакуум-насоса, а інший - сидлом мембранного клапана, причому штуцер виконаний з можливістю осьового переміщення. Технічним результатом є те, що використання винаходу дозволяє проводити експрес-аналіз без консервації проб рідини, а також безпосередньо при контролі об'єктів забруднення.

Відомий спосіб відбору проб для аналізу в ній домішок, що включає занурення ємності в водойму, паркан в ємність з використанням вакууму проби води, витяг ємності з водойми і напрямок проби води відразу ж на аналіз або на обробку проби води консервантами і її герметизацію, якщо негайний аналіз проби води неможливий.

При цьому способі без консервації проби води аналізу необхідно проводити відразу ж після відбору проби. Тривале зберігання проби небажано, так як в ній відбуваються різні процеси і аналіз буде недостовірним. Консервація ж проби не завжди допустима, так як консервант сам по собі є забруднює домішкою. Крім того, для аналізу певних домішок необхідно підбирати відповідні консерванти, а склад всіх домішок, які можуть впливати один на одного, найчастіше невідомий.

При цьому способі необхідна ще і ретельна промивка внутрішніх поверхонь ємності та арматури після кожного відбору проби, інакше результати аналізу будуть спотворені через що залишилися в ємності домішок. Все це є значні незручності в роботі при відборі проб води, а також вносить великі похибки.

Цим пристроєм неможливо відбирати поспіль кілька проб води без того, щоб після кожного взяття проби не виробляти ретельну промивку ємності, штуцерів, кранів і наконечників. Така підготовка пристрою перед кожним відбором проби робить його незручним в експлуатації.

В основу винаходу поставлена задача - в способі відбору проб рідин для аналізу в ній домішок і в пристрої для його здійснення, змінивши порядок проведення операцій і ввівши операцію сорбіровання домішок, а також, змінивши конструкцію ємності і водозабірний наконечник, усунути необхідність очищення внутрішньої порожнини ємності і арматури після кожного відбору проби від залишилися в ній домішок і збільшити час збереження виділених домішок без застосування консервантів і за рахунок цього підвищити ефективність проведення

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

аналізів.

Поставлена задача вирішується таким чином, що в способі відбору проби рідини для аналізу в ній домішок, що включає занурення ємності в рідину, заповнення її рідиною за допомогою вакууму, витяг ємності з рідиною і проведення аналізу відповідно до винаходу одночасно з заповненням ємності рідиною здійснюють сорбіровання домішок з певного об'єму рідини на поглинальному засобі, а для проведення аналізу використовують домішки.

Для здійснення цього способу пропонується пристрій, що містить закриту ємність, забезпечену утримує елементом, збірними наконечником, штуцером для приєднання вакуум-насоса і запірним елементом, відповідно до винаходу забірний наконечник, виконаний з ущільнювальним елементом, з'єднаний зі змінною люлькою, заповненою засобом, сорбують домішки з рідини, всередині ємності поміщений поплавков, забезпечений мембранним клапаном, штуцер встановлений в кришці ємності навпаки мембранного клапана з можливістю осьового переміщення, причому кінець штуцера виконаний у вигляді сидла клапана.

Технічний результат при вирішенні поставленого завдання полягає в тому, що взяття проб рідини з одночасним пропусканням цієї проби через трубку, заповнену засобом, сорбують домішки з рідини, дозволяє уникнути операції з очищення внутрішніх порожнин ємності і арматури, так як в ємність завдяки вакуум-насосу надходить рідина, очищена засобом, а наявність поплавка з мембранним клапаном дозволяє автоматично фіксувати заданий обсяг проби. Технічний результат полягає ще і в тому, що сорбіровання домішок на поглинальному засобі дозволить проводити аналіз домішок відразу ж після вилучення ємності і не робити операцію консервування проби рідини. Сорбованих з проби рідини домішки на поглинальному засобі можуть бути спрямовані на аналіз в будь-який час, що представляє значні переваги в порівнянні з відомими пристроями.

На рис.1.4 показаний загальний вигляд пристрою, осьової розріз;

Пристрій (рис. 1.4) містить циліндричну ємність 1, закриту кришкою 2, до якої кріпиться за допомогою стопорного гвинта 3 втулка 4 з утримує елементом 5, виконаним з легкого матеріалу (наприклад, пінистого полістиролу). Кришка 2 забезпечена штуцером 6 для кріплення шланга 7, приєднаного до вакуум-насоса (не показаний). Штуцер кріпиться в кришці 2 за допомогою різьблення, що дозволяє закручувати його всередину циліндричної ємності 1, де розміщені поплавок 8, забезпечений мембранним клапаном 9, і сидло 10, є другим кінцем штуцера 6. До дну ємності 1 прикріплений забірний наконечник 11 з ущільнювачем 12, в який вставлена трубка з поглинювальним засобом (не показано). Трубка захищена ковпачком 13. Пристрій за допомогою гнучкого елемента 14 кріпиться до штанги (не показано).

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



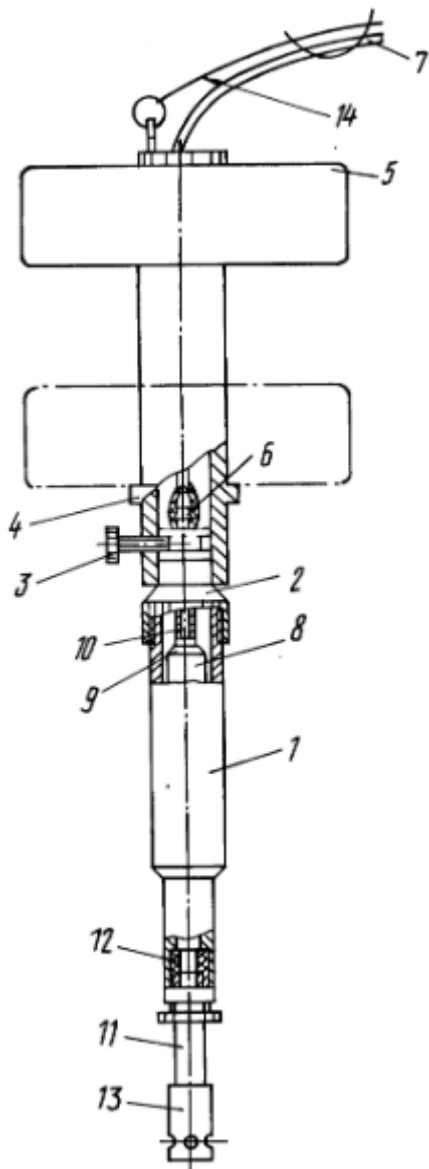


Рисунок 1.4 - загальний вигляд пристрою

Спосіб відбору проб рідини для аналізу в ній домішок розкритий на прикладі роботи пристрою.

Приклад реалізації способу.

Знімається ковпачок 13, в забірний наконечник 11 вставляється трубка з поглинювальним засобом і ковпачок 13 ставиться на місце. До штуцера 6 шлангом 7 під'єднується вакуум-насос. Використовуючи гнучкий елемент 14, ємність 1 опускають у водойму на глибину, що задається датчиком тиску 15 який закріплений на корпусі 5. При роботі вакуум-насоса в надпоплавковому просторі ємності створюється розрідження і забирається для аналізу рідина через поглинтельное засіб потрапляє в порожнину ємності, поплавки спливає і при досягненні заздалегідь відрегульованого штуцером 6 обсягу проби, мембранний клапан 9 перекриває отвір в штуцері 6 і вакуум-насос відхиляється.

Після водозабірної наконечника 11 трубку з поглинювальним засобом і направляють її на зберігання або на аналіз домішок, сорбованих на

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

поглинальному засобі. Для видалення рідини з ємності шланг 9 знімають зі штуцера 8, під'єднують до нього гумовий балон і зворотним тиском витісняють рідину з ємності. Відразу ж після цього можна відбирати наступну пробу. Для іншого варіанту пристрою порядок роботи той же.

### 1.3 Датчик тиску

Датчик відноситься до вимірювальної техніки і може бути використано при вимірюванні тиску рідких та газоподібних середовищ. Заявлена група винаходів включає спосіб вимірювання тиску з використанням тензорезисторного датчика тиску на основі мікроелектромеханічної системи (МЕМС) і інтелектуальний датчик тиску на основі МЕМС. На рисунку 1.5 представлено датчик тиску. При цьому в способі вимірювання тиску, в режимі калібрування і вимірювання одночасно реєструють дані напружень між вузлами мережі діагоналі  $U_{pt}$ , між одним вузлом живильної діагоналі і кожним з вузлів вимірювальної діагоналі ( $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$ ). В режимі калібрування зберігають дані для обчислення напружень  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$ , а в режимі вимірювання обчислюють виміряне значення тиску  $P$  виходячи з напруг живильної діагоналі  $U_{pt}$  і вимірювальної діагоналі  $U_{iz} = U_{iz1} - U_{iz2}$  і збережених на етапі калібрування даних. Потім обчислюють напруги між вузлом живильної діагоналі і кожним з вузлів вимірювальної діагоналі, виходячи з величини виміряного значення тиску  $P$ , напруги живильної діагоналі  $U_{pt}$  і збережених на етапі калібрування даних, визначають різницю між обчисленими і вимірюваними значеннями напруг  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$ . Якщо ця різниця перевищує значення критерію стабільності, то приймається рішення про недостовірність результату вимірювання тиску. Інтелектуальний датчик тиску на основі МЕМС, який реалізує запропонований спосіб вимірювання тиску, містить бруківку вимірювальну ланцюг з тензорезисторів, джерело струму, три аналого-цифрових перетворювача, обчислювальний пристрій, постійний запам'ятовуючий пристрій і цифровий інтерфейс, причому обчислювальний пристрій блоку самоконтролю, другий, третій і четвертий входи якого з'єднані з першим, другим і третім виходами блоку перетворення коду АЦП в чисельне значення напруги, а п'ятий вхід з'єднаний з четвертим виходом обчислювального пристрою. Завданням запропонованого винаходу є підвищення надійності результату вимірювання шляхом введення самоконтролю датчика і здійснення перевірки достовірності вимірювання тиску за рахунок порівняння виміряних і обчислених значень напруг між одним вузлом живильної діагоналі і кожним з вузлів вимірювальної діагоналі. Технічним результатом винаходу є підвищення надійності результату вимірювання шляхом введення самоконтролю датчика і здійснення перевірки достовірності вимірювання тиску за рахунок порівняння виміряних і обчислених значень напруг між одним вузлом живильної діагоналі і кожним з вузлів вимірювальної діагоналі.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Рисунок 1.5 – датчий тиску на основі мікроелектромеханічні системи

На (рис.1.6) зображена структурна схема пропонованого датчика тиску на основі MEMS. На (рис.1.7) наведена структурна схема обчислювального пристрою.

Датчик тиску на основі MEMS, який реалізує запропонований спосіб вимірювання, містить джерело струму 1, бруківку вимірювальну ланцюг 2 з тензорезисторів R1, R2, R3, R4 MEMS, перший 3, другий 4 і третій 5 аналого-цифрові перетворювачі, обчислювальний пристрій 6, Wifi адаптер 7, постійний запам'ятовуючий пристрій 8 (рис.1.6). Обчислювальний пристрій 6 включає в себе блок 9 перетворення коду АЦП в чисельне значення напруги, блок 10 розрахунку чисельного значення тиску, блок самоконтролю 11 (рис.1.7).

Датчик тиску працює наступним чином. Мостова вимірювальна ланцюг 2 з тензорезисторів R1, R2, R3, R4 MEMS харчується від джерела постійного струму 1 (фіг.1). В результаті впливу тиску виникають деформації тензорезисторів, включених в бруківку вимірювальну ланцюг 2. Зміна опорів тензорезисторів R1,

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

R2, R3, R4 призводить до зміни напруг  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$  на тензорезисторами R2, R4 (потенціалів вузлів вимірювальної діагоналі). Напруга  $U_{pt}$  живильної діагоналі моста 2 залежить від температури тензорезисторного перетворювача. Напруження  $U_{pt}$ ,  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$  надходять на вхід першого 3, другого 4 і третього 5 аналого-цифрових перетворювачів. Виходи аналого-цифрових перетворювачів з'єднані з першим, другим і третім входами обчислювального пристрою 6, є також першим, другим і третім входами блоку 9 перетворення коду АЦП в числове значення напруги. Обчислені даними блоком значення напруг  $U_{pt}$ ,  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$  подаються в блок 10 розрахунку чисельного значення тиску, який обчислює чисельне значення  $P$  виміряного тиску за даними, що зберігаються в постійному пристрої, що запам'ятовує 8 виходячи з напруг живильної  $U_{pt}$  і вимірювальної  $U_{iz} = U_{iz1} - U_{iz2}$  діагоналей. В якості таких даних можуть служити коефіцієнти поліноміального вираження, збережені в ПЗУ 8 на етапі калібрування, або дані для обчислення сплайн-інтерполяції. Обчислене числове значення тиску подається на перший вхід блоку самоконтролю 11. На другий, третій і четвертий входи блоку 11 подаються значення виміряних напруг  $U_{pt}$ ,  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$ , а п'ятий вхід є четвертим входом обчислювального пристрою, сполученим з ПЗУ 8. Блок самоконтролю 11 обчислює напруги  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$  за даними виміряного напруги  $U_{pt}$  і обчисленого тиску  $P$  за допомогою даних, що зберігаються в постійному пристрої, що запам'ятовує 8, якими можуть служити коефіцієнти поліноміального вираження або дані для обчислення сплайн-інтерполяції. Блок самоконтролю виробляє порівняння обчислених напружень з вимірюваними  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$ . У разі якщо їх різниця не перевищує допустимого значення тестового критерію стабільності, на виході блоку самоконтролю 11 буде значення тиску, обчислене блоком 10 розрахунку чисельного значення тиску, в іншому випадку на вихід блоку самоконтролю 11, крім значення тиску, надійде сигнал, що повідомляє про недостовірність значення виміряного тиску. З виходу блоку самоконтролю 11 сигнал надходить на вхід Wifi адаптера 7, формує вихідний сигнал датчика (про тиск і його достовірності).

Калібрування здійснюється шляхом реєстрації напруги  $U_{pt}$  живильної діагоналі мостової схеми, напруг  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$  на тензорезисторами R2, R4 при встановлених контрольних значеннях еталонних тиску і температури, обчисленні даних (наприклад, поліноміальних коефіцієнтів апроксимуючої залежності) для знаходження значення тиску  $P$  з значень напруги живильної  $U_{pt}$  і вимірювальної  $U_{iz} = U_{iz1} - U_{iz2}$  діагоналей, а також даних для обчислення напружень  $U_{iz1}$ ,  $U_{iz2}$  з напруги  $U_{pt}$  живильної діагоналі і тиску  $P$ , і записи цих даних в постійне запоминующее пристрій.

Таким чином, при використанні запропонованого способу вимірювання тиску і інтелектуального датчика тиску на основі МЕМС підвищується надійність результату вимірювання за рахунок введення самоконтролю датчика і здійснення перевірки достовірності вимірювання тиску.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



[3], в т.ч. «На вимогу» - у вигляді разових запитів. При використанні керованих ПК необхідна двостороння передача інформації між ПК і центром моніторингу, що вимагає більш складних апаратно-програмних рішень. Відзначимо, що для комп'ютерних мереж, телекомунікаційних технологій типова передача даних з допомогою «пакетів», кожен з яких містить «контрольну суму». На приймальному кінці «Контрольна сума» фактично прийнятого пакета обчислюється і порівнюється з переданою. При розбіжності запитується повторна передача того ж пакета, при збігу передача наступного пакета. Це забезпечує достовірність передачі інформації.

Вимоги до датчиків для систем БМПВС: широкий температурний діапазон використання; висока надійність; низьке енергоспоживання; достатня чутливість; малі розміри; відносно низька вартість тощо.

«Угруповання» кількох датчиків в ПК дає такі переваги:

- спільне джерело енергоживлення;
- загальний приймально-передавальний пристрій для всіх датчиків і інші.

Зазвичай в ПК використовується мікропроцесор (МП), забезпечує опитування датчиків в задані моменти часу з використанням власного таймера; аналогово-цифрове перетворення сигналів (при необхідності); накопичення даних для передачі їх «пакетом»; переміщення / поворот датчиків, відеокамер та інші.

Перевага бездротових мереж заключається в тому, що вільно розміщені датчики, можливість їх переміщення в просторі. У зонах покриття операторів стільникового зв'язку (ОСЗ) зазвичай використовується приймально-передавальне обладнання на основі стандартів GSM.

Однак в віддалених місцевостях стільниковий зв'язок часто не діє - це може ставитися також до особливо охоронюваних природних територій [10].

При цьому можливі такі рішення:

- установка на ПК спеціальних антен, приймально-підсилювальної і передавальної апаратури, що дозволяють працювати в мережах ОСЗ;
- використання короткохвильового радіозв'язку - однак при цьому пропускна здатність каналу буде відносно невеликою.

Практичні питання побудови мереж збору / передачі даних БМПОС важливі не тільки інженерам, а й іншим фахівцям - включаючи екологів.

Технологія ретранслюється ближнього радіозв'язку 802.15.4 / ZigBee, відома як «Сенсорні мережі» (СМ) - один із сучасних напрямків розвитку систем, що самоорганізуються відмовостійких розподілених систем спостереження та управління ресурсами і процесами [11]. Сьогодні технологія бездротових СС (БСС) дозволяє успішно вирішувати завдання БМПВС і контролю. Об'єднані в

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

БСС датчики утворюють територіально-розподілену самоорганізується систему збору, обробки і передачі інформації про фізичних середовищах і об'єктах [11], в т.ч. і в режимі реального часу. Використання стандартних елементів БСС дозволяє економити час і кошти при їх монтажі. Для забезпечення максимальної дальності і якості передачі сигналів датчики для БСС повинні розташовуватися в межах прямої видимості від приймальних пристроїв, в т.ч. вони можуть бути «підняті на стовпах».

Розглянемо варіанти побудови системи БМПОС на прикладі «метеоточки». Обмін інформацією з нею здійснюється через GSM-мережу, а сервер збору даних організований на віддаленому комп'ютері в мережі Internet. При цьому модуль управління збирає інформацію з датчиків і за допомогою GSM-модуля передає її через GSM-мережу оператора.

Можливі два підходу: використання завершених комерційних модулів; розробка модулів, оптимізованої за критерієм вартість / продуктивність. В обох випадках може бути використана мережу датчиків з інтерфейсом «1-Wire».

Перший варіант вирішення завдання (рис.1.8) заснований на застосуванні готових модулів: в якості GSM-модуля використовує стільниковий IP шлюз OnCell G3151 фірми MOXA [6], дозволяє підключити будь-який пристрій з послідовним інтерфейсом до GSM-мережі.

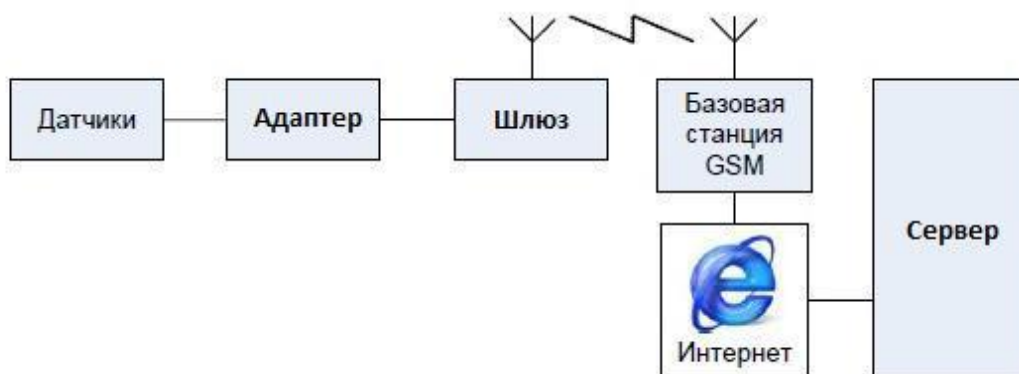


Рисунок 1.8 - Рішення завдання моніторингу з використанням шлюзу

Другий варіант - побудова системи БМПОС з використанням мікроконтролера в якості вузла попередньої обробки інформації. При цьому мінімізується вартість; забезпечується автономної роботи з формуванням БД параметрів на віддаленому

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

сервері. Як GSM-модуля (рис. 1.9) використовується SIM300D, а система управління реалізована на мікроконтролері сімейства AVR ATMEGA64 [7]. Мікроконтролер займається збором інформації з системи датчиків, конфігурує і відсилає дані віддаленого сервера за допомогою GSM-модуля.

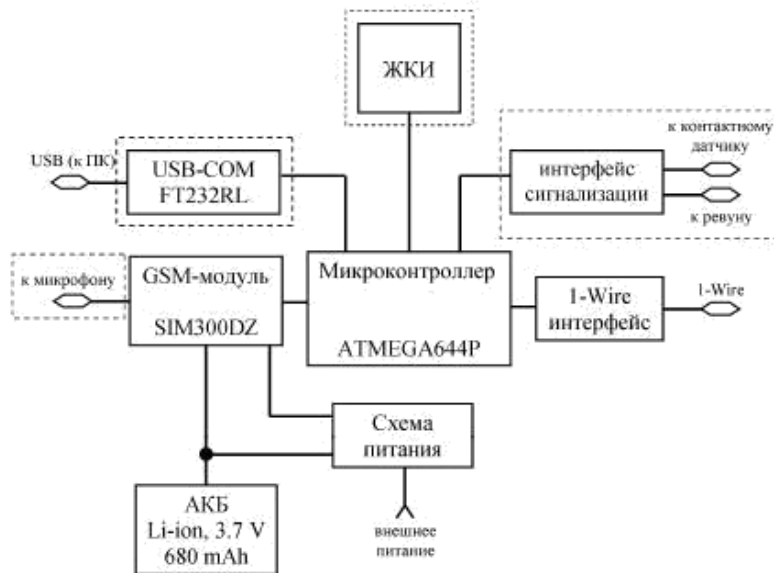


Рисунок 1.9 - Блок-схема ПК за другим варіантом

## 1.5 Методика розрахунку основних показників якості води

Правилами встановлено нормовані значення для наступних параметрів води водойм: зміст плаваючих домішок і зважених часток, запах, присмак, забарвлення і температура води, значення рН, склад і концентрація мінеральних домішок і розчиненого у воді кисню.

Шкідливі та отруйні речовини різноманітні за своїм складом, в зв'язку з чим, їх нормують за принципом лімітуючого показника шкідливості (ЛПШ), під яким розуміють найбільш ймовірне несприятливий вплив даної речовини. Для водойми першого типу використовують 3 типи ЛПВ: санітарно-токсикологічний, загальносанітарна і органолептичний, для водойм другого типу - ще два види: токсикологічний і рибогосподарський.

Санітарний стан водойми відповідає вимогам норм при виконанні нерівності:

$$\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{\text{ПДК}_i^m} \leq 1 \quad (1.1)$$

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Тут  $n$  - число шкідливих Речовини у водоймі, що відносяться, между іншим, до «санітарно-токсикологічної» групи шкідливих Речовини;

$C_i$  - концентрація  $i$ -го Речовини з цієї групи шкідливих Речовини;

$m$  - номер групи шкідливих Речовини, наприклад,  $m = 1$  - для «санітарно-токсикологічної» групи шкідливих Речовини,  $m = 2$  - для «загальносанітарного» групи шкідливих Речовини и т.д. - всього п'ять груп.

При цьому повинні враховуватися фонові концентрації СФ шкідливих речовини, що містяться у воді водойми до скиду стічних вод. При переважанні одного шкідливого речовини з концентрацією  $C$  в групі шкідливих речовини даного ЛПВ має виконувати вимоги:

$$C + C_{\phi} \leq \text{ПДК} \quad (1.2)$$

Використання співвідношення (1.1) засновано на припущенні застосування принципу адитивності шкідливих різних речовин, що відносяться, наприклад, до четвертої, «токсикологічної» групи шкідливих речовин. Тобто допускається, що інтегральна «шкідливість» багатокомпонентної системи шкідливих речовин може бути визначена як арифметична сума «шкідливостей» окремих компонентів. Відомо явище синергізму, коли 2 або більше шкідливих (отруйних) речовин можуть дати ефект шкідливої дії на організм, у багато разів перевершує суму дії кожного з них. Встановлено ГДК для більш 400 шкідливих основних речовин у водоймах питного і культурно-побутового призначення, а також, більш 100 шкідливих основних речовин у водоймах рибогосподарського призначення. У таблиці 1.1 наведені ГДК деяких речовин у воді водойм. Для самих стічних вод ГДК не нормуються, а визначаються гранично допустимі кількості скидання шкідливих домішок, ПДС. Тому мінімально необхідна ступінь очищення стічних вод перед скиданням їх у воду визначається станом водоймища, а саме, фоновими концентраціями поганих речовин у водоймі, витратою води водойми та ін., Тобто здатністю водойми до розведення шкідливих домішок.

Заборонено скидати у водойми стічні води, якщо існує можливість використовувати більше раціональну технологію, безводні процеси та системи повторного і оборотного водопостачання - повторне або постійне (багаторазове) використання однієї і тієї ж води в технологічному процесі; якщо стоки містять цінні відходи, які можливо утилізувати; якщо стічні води містять сировину, реагенти і продукцію виробництва в кількостях, що перевищують технологічні втрати; якщо стічні води містять речовини, для яких не встановлені ГДК. Режим скидання може бути одноразовим, періодичним, безперервним зі змінною витратою, випадковим. Необхідно враховувати, що витрата води у водоймі змінюється і по сезонах, і по роках. У будь-якому випадку повинні задовольнятися вимоги умови (1.2).

Відповідно до викладеного, одним із завдань моніторингу та регулювання якості вод у водоймах є завдання визначення допустимого складу стічних вод.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Таблиця 1.1 - гранично допустимі концентрації деяких шкідливих речовин у водоймах

Вещество	Водоёмы I категории		Водоёмы II категории	
	ЛПВ	ПДК, г/ м <sup>3</sup>	ЛПВ	ПДК, г/ м <sup>3</sup>
Бензол	Санитарно-токсикологический	0,500	Токсикологический	0,500
Фенолы	Органолептический	0,001	Рыбохозяйственный	0,001
Бензин, керосин	То же	0,100	То же	0,050
Cd <sup>2+</sup>	Санитарно-токсикологический	0,010	Токсикологический	0,005
Cu <sup>2+</sup>	Органолептический	1,000	То же	0,010
Zn <sup>2+</sup>	Общесанитарный	1,000	- « -	0,010
Цианиды	Санитарно-токсикологический	0,100	- « -	0,050
Cr <sup>6+</sup>	Органолептический	0,100	-	0,000

Рівняння балансу розчиненої домішки при скиданні її в водотік (річку) з урахуванням початкового розведення в створі випуску має вигляд:

$$C_{ст} = [n_{р.с}(C_{р.с} - C_{ф}) + C_{ф}] \quad (1.3)$$

Тут  $C_{ст}$ ,  $C_{р.с}$ ,  $C_{ф}$  - концентрації домішки в стічних водах до випуску у воді, в розрахунковому створі і фонові концентрації домішок відповідно, мг / кг;  $n_{р.с}$  - кратність розведення стічних вод в створі випуску (початкова розведення) і в розрахунковому створі, відповідно.

Початкове розведення стічних вод в створі їх випуску:

$$n_o = \frac{Q_o + q}{q} \quad (1.4)$$

де  $Q_o = LHV$  - частина витрат водостоку, що протікає над розсіювачим випуском, має, між іншим, вид перфорованої труби, покладеної на дно, м<sup>3</sup> / с;

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$q$  - витрата стічних вод, м<sup>3</sup> / с;

$L$  - довжина розсіює випуску (перфорованої труби), м;

$H, V$  - середня глибина і швидкість потоку над випуском, м і м / с.

По ходу водостоку струмінь стічної води розширюється (за рахунок дифузії, турбулентної і молекулярної), внаслідок чого в струмені відбувається з'єднання стічної води з водою водотоку. В кінцевому рахунку, створ (перетин) струменя розшириться до створу водотоку. У цьому місці досягається максимально можливе для даного водотоку розбавлення шкідливої домішки. Залежно від величин кратності початкового розбавлення, ширини, швидкості, звивистості та інших характеристик водотоку концентрація шкідливої домішки ( $C_{p.c}$ ) може досягти значення її ГДК в різних створах забрудненої струменя. Чим раніше це відбудеться, тим меншу ділянку (обсяг) водотоку буде забруднений шкідливою домішкою вище норми. Зрозуміло, що самий підходящий варіант - коли умова (1.2) забезпечується вже в самому місці випуску і, таким чином, розміри забрудненої ділянки водотоку будуть зведені до нуля.

Відстань від створу випуску до розрахункового створу, тобто до створу із заданою величиною кратності розбавлення,  $np.c$  або - що фактично теж - із заданою концентрацією шкідливої домішки, наприклад, рівний її ГДК дорівнюватиме:

$$S = \frac{Ax(B - L)}{qH} \lg Re_{\partial} \lg n_{p.c} \quad (1.5)$$

де  $A = 0,9 \dots 2,0$  - коефіцієнт пропорційності, що залежить від категорії русла і середньорічного витрати води водотоку;

$B$  - ширина водотоку, м;

$x$  - ширина частини русла, в якій не проводиться випуск (труба не перекриває всю ширину русла), м;

$\square$  - коефіцієнт звивистості русла: ставлення відстані між створами по фарватеру до відстані по прямій;

$Re_{\partial} = V H / D$  - дифузний критерій Рейнольдса.

Розширення забрудненої струменя по ходу води відбувається, за рахунок турбулентної дифузії, її коефіцієнт:

$$D = \frac{VgH}{MC_{ш}} \quad (1.6)$$

де  $g$  - прискорення вільного падіння, м<sup>2</sup> / с;

$M$  - функція коефіцієнта Шезі для води.  $M = 22,3 \text{ м}^{0,5} / \text{с}$ ;

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$C_{ш}$  - коефіцієнт Шезі,  $c_{ш} = 40 \dots 44 \text{ м}^{0,5}/\text{с}$ .

На викладених принципах, в цілому, ґрунтується регулювання якості води в водотоках при скиданні в них зважених, органічних речовин, а також вод, нагрітих в системах охолодження підприємств.

Умови змішання стічних вод з водою озер і водосховищ відрізняються від умов їх змішування у водотоках - річках і каналах. Повний перемішування стоків і вод водойми досягається на значно більших відстанях від місця випуску, ніж в водотоках.

## 1.6 Огляд аналогів об'єкта проектування

### 1.6.1 Прилади для прямого визначення хімічних інгредієнтів у воді

Для моніторингу водних об'єктів та управління технологічними процесами очищення природних і стічних вод доводиться контролювати наявність у воді багатьох хімічних інгредієнтів. Частина з них розраховуються тільки в умовах лабораторій, так як для їх автоматизованого контролю не розроблені вимірні прилади. Методи лабораторного аналізу хімічних показників стандартизовані. Для ряду інгредієнтів, таких як берилій, молибден, миш'як, нітрати, свинець, поліакриламід, стронцій, алюміній, мідь, марганець, сульфати, поліфосфати, розроблені напівавтоматичні приладові методи контролю. Зокрема, берилій і селен розраховуються з використанням флуориметра ЕФ-ЗМА. Для визначення молибдену, миш'яку, нітратів, поліакриламід, залишкового алюмінію, марганцю, міді, сульфатів і поліфосфатів застосовують фотоелектрокалориметри різних модифікацій. Для визначення свинцю потрібна установка, що містить фотоелектрокалориметр, полярограф змінного струму ППТ-1 і скляний прилад з дефлегматором для перегонки органічних розчинників. Визначення стронцію виробляють емісійним полум'яно-фотометричним методом на спектрофотометрах різних типів.

Для автоматичного контролю вмісту у воді іонів хлору, який у великих масштабах використовують для знезараження природних і стічних вод, створений набір приладів вітчизняного та зарубіжного виробництва, зокрема, аналізатори хлору амперометричного типу випускаються різними фірмами США, ФРН, Великобританії, Франції та Японії.

Для визначення малих залишкового хлору в очищених і природних водах рекомендується використовувати концентратометр КОХ-1, розроблений інститутом ЦНПХІ. Цей прилад (рис.1.10) складається з вхідного електричного блоку 1, електродної осередку 2, позитивного ртутного електрода 3, негативного кільцевого електрода 4, допоміжного електрода 5 і вторинного показує і

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

записуючого приладу 6.

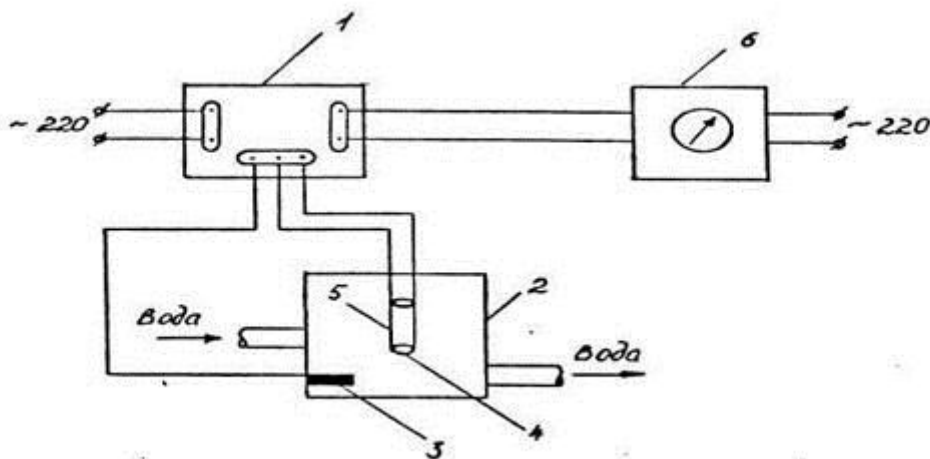


Рисунок 1.10 - Схема концентратомера КОХ-1

При протіканні води через осередок 2 контролюється сила струму на електроді 3, величина якої прямопропорційна концентрації хлору в воді.

Для визначення вмісту у водоймах фторид-іонів застосовуються в даний час напівавтоматичні лабораторні прилади, засновані на Фотоелектроколориметр із застосуванням іоноселективних електродів . Розроблено методику приладового аналізу вмісту фтору у воді методом люмінесцентної спектроскопії. Пропонується також метод безперервного автоматичного аналізу фторид-іонів в проточних водоймах . Цим же методом можна визначити зміст NO<sub>3</sub> в воді.

Для визначення вмісту у воді ціанідів та хрому промисловість випускає автоматичні сигналізатори СЦ-1 і СХ-1.

Крім того, промисловістю випускається прилад ФСБ-65В для автоматичного визначення вмісту фенолу в стічній волі. Основним недоліком цього приладу є значна тривалість циклу вимірювань: від 40 до 60 хвилин.

У США розроблено метод і прилад для визначення загального, органічного та неорганічного вуглецю в проточних водах . Вітчизняна промисловість випускає аналізатор сумарного органічного вуглецю.

У-101, який складається з трьох вузлів: технологічного блоку, інфрачервоного аналізатора на CO<sub>2</sub> і реєструючого потенціометра.

Крім того, в МГУ розроблена установка У003-3 для автоматичної оцінки запаху води. Ця установка побудована на принципі хімічних моделей. Летючі компоненти запаху води змінюють фізико-хімічні властивості хімічного детектора (наприклад, амінокислоти). Ці зміни вловлює електронно-оптичний колориметр ФЕК-56 і передає для реєстрації на електронний потенціометр КСП-4.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 1.6.2 Контроль вмісту нафтопродуктів у воді

Всі існуючі методи контролю нафтопродуктів можна розділити на хімічні, оптичні і радіометричні.

Хімічні методи в більшості випадків застосовують в умовах лабораторій. Для визначення загального вмісту нафтопродуктів використовують екстракцію і хроматографическое виділення AI2 O3.

Застосовуються також Газохроматографічні методи, що дозволяють поряд з встановленням складу та типу нафтопродуктів оцінити їх сумарний вміст і зміст окремих нафтових фракцій .

Останнім часом почали застосовувати прискорені хімічні методи, що дозволяють на найпростішому лабораторному устаткуванні та з необхідною точністю розрахувати кількісний вміст нафтопродуктів в різних водоймах .

Оптичні методи в більшості випадків використовуються для дистанційного аналізу нафтопродуктів на поверхні вод. Вони засновані на використанні сучасних засобів лазерного зондування. Таке зондування дозволяє виявити розлив нафтопродуктів, провести їх ідентифікацію, виміряти товщину нафтової плівки з борта судна або вертольота без забору проб .

Дистанційним методам приділяється в даний час особлива увага. Зокрема, для цих цілей застосовується фотографія, аерофотозйомка, реєстрація спектрів флуоресценції при опроміненні лазерами в ультрафіолетовій та інфрачервоній областях спектру. До дистанційним методам можна віднести випробуваний в районах видобутку нафти на Каспійському морі радіометричний метод, що полягає в застосуванні радіометрів міліметрового діапазону для виявлення нафтового забруднення водоймищ.

Принцип виявлення ґрунтується на тому, що коефіцієнт радіаційного випромінювання нафтової плівки і чистої води значно відрізняються один від одного .

Розвиток методів і конструювання нових приладів для визначення наявності нафтопродуктів в поверхневих водах в даний час направлено на рішення трьох основних завдань:

- а) підвищення чутливості методів;
- б) ідентифікація парних та індивідуальних компонентів нафтопродуктів для визначення їх походження та вивчення механізму трансформації;
- в) визначення загального вмісту нафтопродуктів для оцінки загального рівня забрудненості водних об'єктів.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### 1.6.3 Кондуктометричний аналіз

Кондуктометричний аналіз застосовується для вимірювання вмісту розчинів електролітів по їх питомої електропровідності. Електропровідність - це величина, зворотна електричному опору провідника. Вона залежить від концентрації розчинених у воді речовин і температури. Між питомою електропровідністю і концентрацією розчинених речовин залежність близька лінійної. Тому використовуючи вимір електропровідності, можна розрахувати концентрацію однокомпонентного розчину, а для води - її вміст солі. Прилади, за допомогою яких кондуктометричним методом визначають вміст солей у воді, називають кондуктометричним концентратомір, іноді солеміром.

Для вимірювання електропровідності використовуються електролітичні комірки, що складаються з 2 електродів, встановлених на відстані  $L$  один від одного в посудині з встановленою рідиною. Якщо  $S$  електродів, а питома електрична провідність рідини  $X$ , то опір електролітичної осередку дорівнює:

$$R = \frac{L}{X \times S} \quad (1.7)$$

Для кожної конструкції осередку:

$$\frac{L}{S} = K = \text{const.} \quad (1.8)$$

Отже,  $K = R \times X$ .

Отже, величина  $K$  називається постійної осередки.

Вимірювач електропровідності - кондуктометр зазвичай складається з датчика з електродної системою, перетворювача і вторинного приладу. Для автоматичного розрахунку вмісту солей найбільш кращим є солемер конструкції ЦКТИ. Його датчик (рис.1.11) складається з двох циліндрів 1 і 2, які є електродами. Між ними протікає контрольована рідина. У внутрішньому циліндрі 2 поміщений патрон 3 електричного термометра опору. Циліндри ізолювані один від одного ебонітовим дном 4 і такий же кришкою 5, через яку випущені дроти циліндрів і термометрів.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

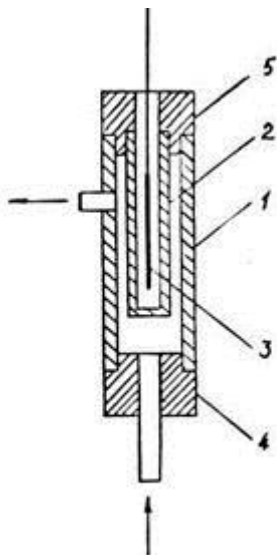


Рисунок 1.11 - Датчик автоматичного солеміра

Зміст солей визначається в залежності від електропровідності і температури, а вимір електропровідності практично зводиться до вимірювання опору шару проточною води між циліндрами 1 і 2.

### 1.6.4 Контроль рН

Водневий показник - це міра активності іонів водню в розчині, кількісно виражає його кислотність, обчислюється як негативний десятковий логарифм активності водневих іонів, виражений в молях на літр:

$$\text{pH} = -\lg [\text{H}^+] \quad (1.9)$$

У чистій воді при 25 ° С концентрації іонів водню  $[\text{H}^+]$  і гідроксид-іонів  $[\text{OH}^-]$  однакові і складають  $10^{-7}$  моль / л. Це безпосередньо впливає з визначення іонного добутку води, що дорівнює  $[\text{H}^+] \cdot [\text{OH}^-]$  і становить  $10^{-14}$  моль<sup>2</sup> / л<sup>2</sup>.

Парамент рН є найбільш універсальною величиною регулювання процесів хімічної очистки природних та стічних вод. Вона характеризує ступінь кислотності і лужності води, визначає швидкість і напрямок багатьох хімічних реакцій. До найбільш відомих індикаторів належать лакмус, фенолфталеїн, метилоранж і інші.

Індикатори здатні існувати в 2-х по-різному забарвлених формах - кислотній, або в основній. Зміна кольору кожного індикатора відбувається в своєму інтервалі кислотності, зазвичай становить 1-2 одиниці. Використання спеціального приладу - рН-метра - дозволяє вимірювати рН в більш широкому діапазоні і більш точно (до 0,01 одиниці рН), ніж за допомогою індикаторів. Для автоматичного вимірювання рН зручніше використовувати електрометричні методи. Різниця потенціалів між електродами є величиною, що демонструє концентрацію іонів в розчині. Зазвичай один електрод є порівняльним, а другий - вимірювальним. На рис.(1.12)

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



показана схема вимірювання величини рН. У розчин опущений скляний електрод 1 і каломельний електрод 7. Різниця потенціалів між електродами пропорційна величині рН і вимірюється потенціометром 4. Склоаний електрод 1 являє собою трубку з товстостінним порожнистим кулькою зі спеціального вапняно-натрієвого або літєвого електродного скла. Внутрішня порожнина кульки заповнена розчином 3 з постійним і відомим значенням рН. В цей розчин занурений допоміжний хлор-срібний контактний електрод 2, який служить для зняття потенціалу з внутрішньої поверхні кульки. Каломельний електрод 7 являє собою корпус, виконаний з діелектрика, в який залита ртуть 5. Для контакту з ртуттю в дно посудини впаяна платинова дрiт. Інша частина судини заповнена насиченим розчином хлористого калію 8. Отже, електричний з'єднання каломельного електрода з досліджуванним розчином здійснюється через розчин хлористого калію. Постійний потенціал в каломельному розчині утворюється на кордоні ртуть-каломель. У місці зіткнення контрольованого розчину з електричним контактом встановлюється напівпроникна перегородка 9, через яку під невеликим тиском просочується хлористий кадій.

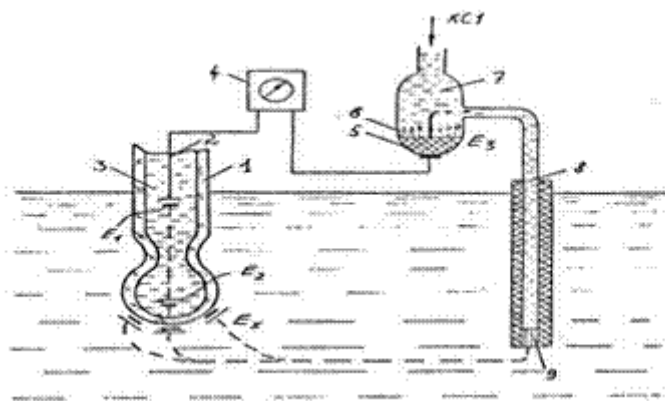


Рисунок 1.12 - Схема вимірювання рН розчину

Таким чином, електричний ланцюг рН-метра складається з ряду послідовно з'єднаних елементів, потенціали яких дають сумарну ЕРС, що фіксується вимірювальним приладом. Ця ЕРС є для певної температурної функції рН в досліджуваному розчині.

### 1.6.5 Контроль розчиненого кисню

Визначення вмісту розчиненого кисню у воді використовують в більшості випадків для оцінки забруднень, що містяться в природних і стічних водах. Для цього використовують 2 головні показники: біохімічну потребу в кисні (БПК) і хімічну потребу в кисні (ХПК).

БПК є кисневий еквівалент ступеня забрудненості води органічними речовинами. Є декілька способів аналітичного вимірювання БСК: метод розведення, нітратний,

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

хлоратніе і інші. На практиці найчастіше застосовують метод розведення. Стічну воду змішують з частинами разбавляющей води. Суміш до межі насичують розчиненим киснем, розливають в інкубаційні склянки, герметизують і залишають в термостаті при температурі 20 ° С на 5 і більше діб. Величина зменшення кисню в пробірці, помножена на ступінь розведення, дає чисельну величину БПК.

ГПК - це кількість кисню, необхідне для окислення органічних речовин в стічній воді до вуглекислого газу, води і аміаку. Величина ГПК повинна бути завжди більше, ніж БПК. Чим нижче співвідношення між БПК і ХПК, тим краще очищається стічна вода.

Вміст кисню у воді визначають Киснеміри. Найбільш зручними є переносні киснеміри марки «оксиметил 1». У цього приладу датчик занурюється безпосередньо в воду за допомогою з'єднувального кабелю 3 (рис.1.13). Прилад являє собою захисну решітку 1, всередині якого розташований корпус з катодом і анодом, а також термометр опору 2.

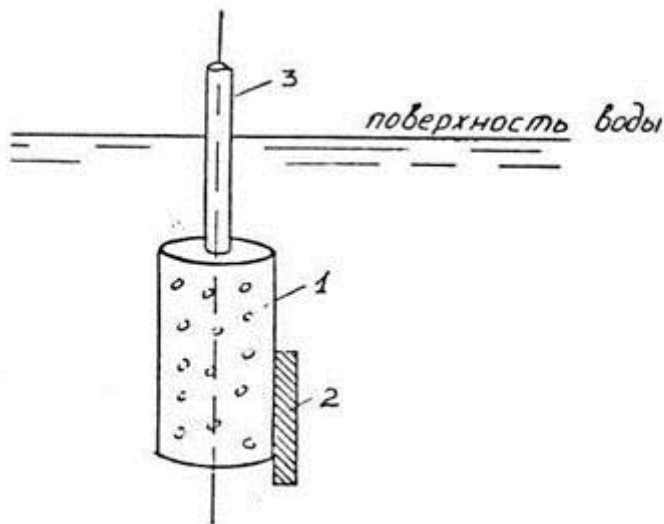


Рисунок 1.13 - Датчик киснеміри

Між електродами існує різниця потенціалів від зовнішнього джерела напруги. У рахунок великої  $S$  анода і малих струмів, анод практично не поляризується. Тому катод поляризується на величину прикладеної напруги.

При певний потенціал на катоді протікає реакція відновлення кисню, що призводить до деполяризації катода. Концентрація кисню  $C$  визначається за формулою:

$$C = \frac{I}{K}, \quad (1.10)$$

де  $I$  - струм на катоді.

$K$  - Коефіцієнт пропорційності, що залежить від постійних величин електрохімічної

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

системи приладу.

### 1.6.6 Контроль лужності води

Лужність природних вод характеризує в основному наявність в них бікарбонатних іонів. Лужність є одним з найважливіших технологічних показників, за яким вибираються дози цілого ряду реагентів, які використовуються для обробки водоймищ. У лабораторних умовах лужність визначається титруванням 0,1 н кислотою в присутності індикаторів, що змінюються забарвлення в області  $pH = 4$ . Харківським інститутом колоїдної хімії було розроблено пристрій для безперервного автоматизованого вимірювання лужності води (рис. 1.14)

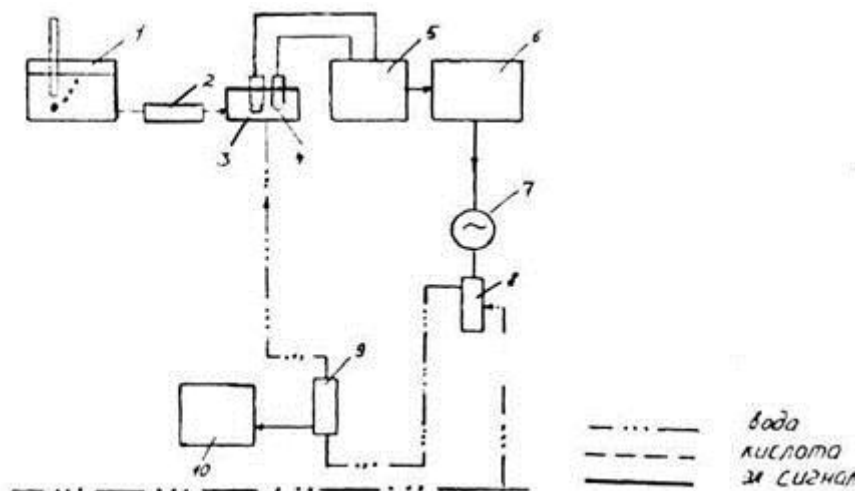


Рисунок 1.14 – Схема приладу для безперервного автоматичного вимірювання лужності води

Цей пристрій працює наступним чином. З ємності 1 типу судини Маріотта через термостатований капіляр 2 приходить в змішувальну камеру 3 постійне кількість розчину кислоти.

Туди ж через регулюючий вентиль 7 і ротаметр 8 безперервно приходить змінна кількість досліджуваної води, при титруванні за допомогою електродного осередку тримається параметр  $pH$  суміші кислота-вода, відповідне еквівалентної точці. При цьому за допомогою  $pH$ -метра 5 з опущеними в камеру електродами 4 вимірюється величина ЕРС, яка надходить на вхід потенціометра 6. Якщо величина  $pH$  відходить від заданого параметра, то змінюється кількість води, що приходить в камеру 3. Шкала ротаметра 5 градується за величиною лужності в мг-екв / л. Записуючий датчик 9 через побічний прилад 8 здійснює постійну запис величин лужності води.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 1.7 Прилади серійного виробництва для вимірювання каламутності води

Прибори мутності можна орієнтовно розділити на два основних типи:

1. нефелометрія, які вимірюють частку світла, яка розсіюється під певним кутом відпадає пучок променя, наприклад, кут 90 .
2. Абсорбціометри, принцип дії яких заснований на вимірюванні поглинання (або ослаблення) проходить через пробу пучка світла.

Нефелометрія фіксують світло, розсіюється зваженими в пробі частинками.

Для них найбільш поширена нефелометрична оптична схема з кут 90 . Не слід плутати такі прилади з приладами, заснованими на прямому або зворотному світла розсіюванні. Використання нефелометрія дозволяє вирішити багато проблем, наприклад, пов'язані з кольором або недоліком чутливості.

В абсорбціометрах пучок світла проходить через пробу, і його інтенсивність вимірюється фотоприймачем, розташованим на одній лінії з джерелом світла. На вимір мутності за допомогою абсорбціометрії може впливати присутність розчинених барвників. Однак такий вплив мінімізується виконанням вимірювань на довжині хвилі 880 нм, що знаходиться в інфрачервоній області спектра. В цьому випадку система має низьку чутливість, так як зміни низьких значень мутності призводять до дуже невеликої зміни вихідного сигналу датчика, яке важко виміряти. Зазвичай такої проблеми не виникає при середніх і високих значеннях мутності, тому даний метод виявляється надійним для багатьох областей застосування.

Велика частина аналізаторів мутності, використовуваних в галузі водопостачання, застосовується для установок очистки питної води, хоча вимірювання мутності також застосовуються і на установках очищення каналізаційних стічних вод.

Зазвичай прилади, що застосовуються на установках очищення каналізаційних стічних водах, використовуються для розрахунку вмісту завислих твердих речовин, тому вони регулюються не в одиницях виміру каламутності NTU, а в мг/л.

На установках очищення питної води потрібно вимір каламутності надходить сирій води, води в процесі обробки, а також для визначення якості очищеної води. Як визначено правилами можна вказати, що для вимірювання значень каламутності нижче 100 NTU слід використовувати датчики нефелометричного типу, а для значень каламутності вище 100 NTU краще підходять абсорбція датчики.

Як абсорбціометри, так і нефелометрія регулюються за допомогою суспензій формазіна. У зв'язку з цим забезпечується хороше збіг для різних значень по формазіну. При цьому необхідно зазначити, що результати, одержані за

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

використанням двох будь-яких методів вимірювання каламутності з калібруванням по формазіну, зазвичай розрізняються для реальних проб. Конкретна взаємодія пучка світла з твердою часткою залежить від великого числа параметрів, наприклад, від довжини хвилі джерела світла, розміру частки, форми і показника заломлення частинки може використовуватися для проб з каламутності 200 NTU.

### 1.7.1 Нові автоматичні мутноміри

До теперішнього часу в Україні і за кордоном розроблений цілий ряд автоматичних мутномірів, заснованих на оптичних зміни. . При чому, більшість з них не можна досягти необхідної точності вимірювання або проводить розрахунок у вузьких діапазонах каламутності води.

Мутноміри М-1 призначений для точних значень при малій мутності водоймищ. (рис.1.15)

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

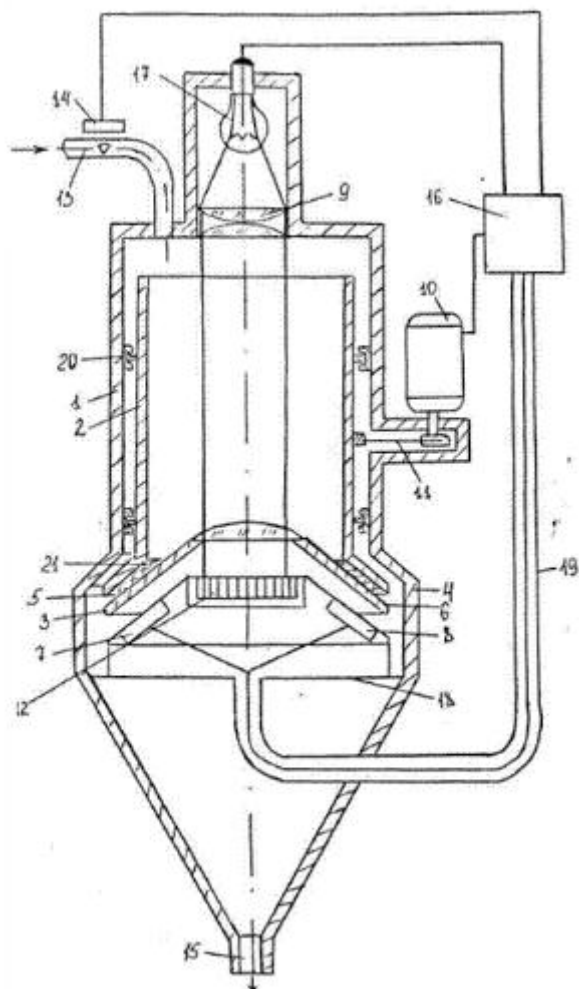


Рисунок 1.15 – Схема мутноміра М-1

Мутноміри містить корпус 1, вимірювальний циліндричний посудину 2, розташований в корпусі вертикально і має дно 3 з вбудованою опуклою лінзою 4. Дно 3 виконано у вигляді клапана, керованого пружинами 5 і 6 і електромагнітами 7 до 8. До складу приладу входять також оптичний блок 9 для формування світлового потоку, електродвигун 10 з передачею 11 для обертання вимірювальної посудини 2, фотоприймач 12, труба для підведення води 13 з електромагнітним клапаном 14, труба для відводу води 15, блок управління 16, до складу якого входить прилад для регулювання напруження лампи 17. Фотоприймач 12 і електромагніти 7 і 8 розташовуються в закритому корпусі 18, до якого приєднана труба 19 для підведення кабелю до блоку управління 15. Вимірювальний циліндр 2 має можливість обертатися всередині корпусу 1 на підшипниках 20. На нижній частині вимірювальної посудини 2 є герметизуюча прокладка 21.

Мутномір працює наступним чином:

У початковому положенні включений електромагнітний клапан 14 і електромагніти 7 і 8.

									ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат						

Між вимірювальним посудиною 2 і опуклим дном 3 є зазор. Вихідна вода надходить в корпус 1 по трубі 13, протікає через циліндр 2, зазор між корпусом 1 і циліндром 2, зазор між циліндром 2 і дном 3 і витікає через трубу 15 на злив. Періодичність повторення розрахунків мутності встановлюється за допомогою реле часу, що входить до складу системи управління 16.

За сигналом, що надходить з блоку управління 16, електромагнітний клапан 14 перекриває подачу води по трубі 13 і після спорожнення корпусу 1 відключаються електромагніти 7 і 8, в результаті чого опукле дно 3 за допомогою пружин 5 і 6 щільно притискається до циліндра 2.

За сигналом від блоку управління 16 включається електродвигун 10, який за допомогою передачі 11 обертає вимірювальний циліндр 2 з дном 3 протягом певного часу, достатнього для видалення крапель води з поверхні лінзи 4. Таке "висушування" лінзи 4 шляхом відцентрового видалення крапель воли дозволяє проводити калібрувальний первинний завмер через повітря, а не через еталонну рідину, що підвищує точність калібрування і виключає необхідність підведення до мутноміри еталонної рідини при автоматичному вимірі. Це значно спрощує його конструкцію.

За сигналом блоку управління 16 електродвигун 10 відключається і обертання вимірювальної посудини припиняється. В цей же момент подається напруга на лампу 17 і світловий потік, проходячи через оптичний блок 9, порожній вимірювальний циліндр 2 лінзу 4 потрапляє в фотоприймач 12, від якого електричний сигнал надходить в блок управління 16.

Блок управління 16 змінює рівень освітленості лампи, доводячи його до номінального, відповідного режиму калібрування. Величина напруги, відповіднає нормальному рівню освітленості лампи запам'ятовується системою управління 16. Після цього по сигналу блоку управління 16 відключається лампа 17 і включаються електромагніти 7 і 8 і електромагнітний клапан 14. Вода протікає через корпус 1 і вимірювальний циліндр 2. Потім послідовно відключаються спочатку електромагніти 7 і 8, закриваючи дном циліндр 2, а потім електромагнітний клапан 14, припиняючи подачу води в корпус 1. у циліндрі 2 затримується певний обсяг води. Надлишок води стікає по зазору між циліндром 2 і корпусом 1 і видаляється через трубу 15. Такий рух води по заданом безпосередньо перед проведенням вторинного виміру інтенсивності світлового потоку через досліджувану воду дозволяє виключити вплив на похибку вимірювань конвекційних струмів води, викликаних різницею температур на зовнішній поверхні вимірювальної судини 2 і всередині судини. Це створює умови для унеможливлення потрапляння одних і тих же частинок неодноразово під світловий потік, що збільшує точність вимірювань.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Після припинення руху води по сигналу блоку управління 16 знову подається напруга на лампу і проводиться аналогічне первинного світлового потоку регулювання напруження лампи при вторинному світловому потоці, що проходить через досліджувану воду. Блок управління 16 визначає різниці напруг, поданих на лампу 17 при вторинному і первинному (калібрувальні) світловий потік і по цій різниці визначає мутність досліджуваної води.

Мутномір М-2 призначений для проведення вимірювань з дещо меншою точністю, ніж на мутномір М-1, але в максимально широкому діапазоні вимірювань (рис.1.16).

Для цього в одному приладі поєднані два оптичних способу: визначення інтенсивності минулого через досліджувану пробу світла і визначення інтенсивності розсіяного- частинками світла.

Мутномір містить оптичний блок 1, що створює направлений світловий промінь; вимірювальний посудину У-подібної форми 2; внутрішній посудину 3 з трубою для відводу води 4; патрубок для подачі води 5 з електромагнітним клапаном 6; дренажний штуцер 7 з електромагнітним каланами 8; фотоприймач 9, реєструючий відбитий частками суспензії світло; фотоприймач 10, реєструючий величину світлового потоку; блок управління 11; вимірювальний прилад 12 і захисне скло 13.

Мутноміри працює наступним чином:

Перед початком вимірювання по сигналу блоку управління 11 електромагнітний клапан 6 перекриває подачу води на вхідному патрубку 5 і в цей же момент електромагнітний клапан 8 перекриває випуск води на дренажному штуцері 7. При цьому надлишок води з вимірювальної посудини 2 зливається у внутрішній посудину 3 і відводиться по відповідній труби через отвір 4. У вимірювальній посудині 2 рух води припиняється і затримується певний обсяг води, необхідний для проведення вимірювання.

За командою блоку управління 11 від оптичного блоку 1 в вимірювальній посудині 2 направляється світловий промінь.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



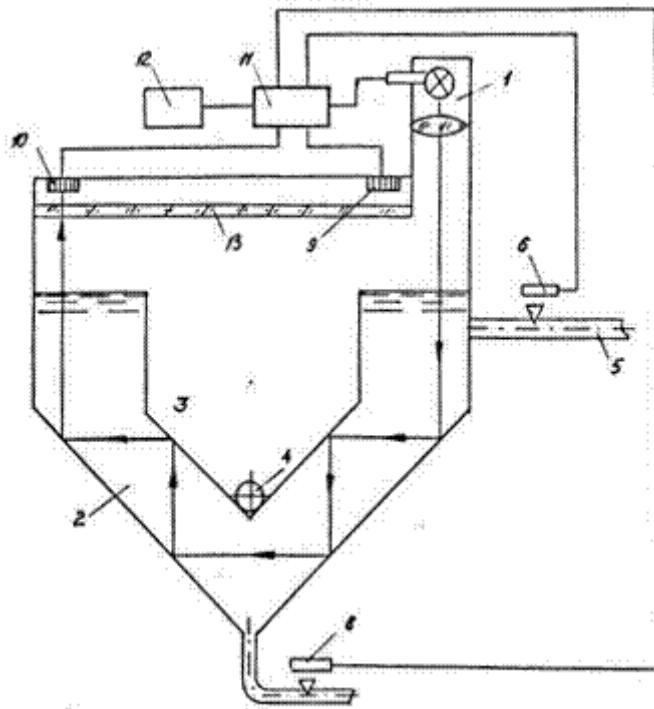


Рисунок 1.16 – Схема мутноміра М-2

В цей же момент включається в роботу фотоприймач 9. Відбитий від зважених часток світло реєструється фотоприймачем 9, який в залежності від інтенсивності цього світла подає відповідний електричний сигнал через блок управління 11 на вимірювальний прилад 12. Так як в вимірювальній посудині вода нерухома, частинки суспензії можуть рухатися у вертикальному порядку, що виключає змогу їх неодноразового попадання під світловий промінь і, при цьому, зменшує похибка вимірювання.

Крім того V-подібна конструкція вимірювальної посудини "веде" світловий промінь в його ліву частину, тому відбитий від стінки або розсіяне світло не може потрапити на фотоприймач 9. Це також зменшує похибка вимірювання.

Якщо ж концентрація зважених часток настільки мала, що від фотоприймача 9 в блок управління 11 електричний сигнал не надходить, або сигнал дуже слабкий, через пару секунд після початку вимірювання по команді блоку 11 фотоприймач 9 вимикається з роботи і в роботу включається фотоприймач 10, який записує силу світлового промення, що пройшов через весь вимірювальну посудину шляхом відбивання від його стінок, і потрапляє відповідний електричний сигнал через блок управління 11 на вимірювальний прилад 12. Таке подовження шляху з етова променя при малому вмісті зважених у воді частинок значно підвищує ймовірність його зустрічей з цими частками, що дозволяє визначати величини малої каламутності роки і зменшує похибку вимірювань. Після отримання відповідного електричного сигналу від фотоприймача 9 або 10 і індикації цього сигналу на вимірювальному приладі 12, вимірювання вважається закінченим і по команд

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

і блоку управління 11 електромагнітний клапан 6 відкриває подачу води в вимірювальний посудину 2, а електромагнітний клапан 8 відкриває дренажний штуцер 7.

Частина води, що проходить через дренажний штуцер 7 виносить затримання в вимірювальній посудині 2 великі частинки суспензії. Таким чином забезпечується промивка вимірювальної посудини.

### **1.8 Аналізатор якості води АКВ-1**

Для моніторингу водних об'єктів і технічних вимірювань показників якості води в системах є необхідність в створенні і використанні приладів і пристроїв для швидкого, надійного і, по можливості, безперервного автоматичного контролю певних наборів характеристик якості води. З цією ідеєю в Вологодському державному технічному університеті створено 2 прилади - аналізатори якості води: АКВ-1 і АКВ- 2. Прилад АКВ-1 дозволяє виконати аналіз однієї і тієї ж проби в автоматичному режимі по каламутності, електропровідності, електрофоретичної рухливості і розрахувати дзета-потенціал суспензії, пришвиджує процес аналізу та підвищує його точність. На рис. 1.17 приведена загальна схема пристрою приладу.

					<i>ДП. ПІ 51.00 ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

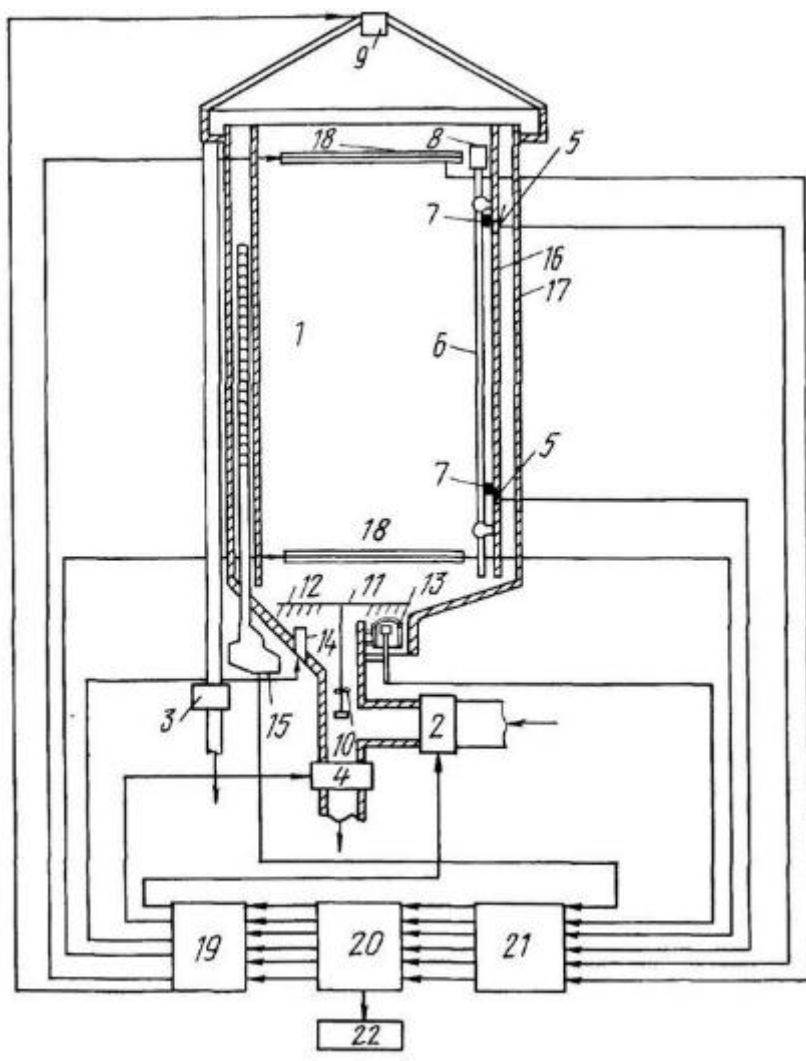


Рисунок 1.17 – Схема аналізатора якості води АКВ-1

АКВ-1 складається з вимірювальної кювети 1, електромагнітного клапана 2 на трубі подачі води, датчика заповнення вимірювальної кювети 3 на переливної труби, електромагнітного клапана 4 на вихідній трубі, двох фотоприймачів 5, розташованих на внутрішній вертикальній стінці кювети. Крім того, пристрій містить стрижень 6 із щітками 7, прикріплений до поплавця 8, джерело світла 9, гідротурбінку 10, вісь якої прикріплено до металевої планки 11 із щітками 12, фотоприймач 13, електромагніт 14, термометр опору 15, розташований в зазорі між внутрішньою 16 і зовнішньою 17 стінками вимірювальної кювети, кільцевих електродів 18, релейного блоку 19, блоку управління 20, блоку нормують перетворювачів 21 і пристрої індикації 22.

Пристрій працює наступним чином: перед початком вимірювання по сигналу блоку управління 20 включається джерело світла 9, таке включення здійснюється заздалегідь для того, щоб сила світла цього джерела стабілізувалася. Потім включається електромагніт 14, що дозволяє встановити металеву планку 11 із щітками 12 в такому положенні, при якому вони не перекривають світловий потік, що надходить на фотоприймач 13.

									Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат					

ДП. ПІ 51.00 ПЗ

Відкривається електромагнітний клапан 2 на трубі, що подає воду в вимірювальну кювету 1, і закривається електромагнітний клапан 4 на випускній трубі. При заповненні кювети 1 водою надлишок води переливається по переливній трубі, на якій встановлений датчик заповнення вимірювальної кювети 3. За сигналом датчика заповнення 3, що надходить в блок управління 20, через блок 21 закривається електромагнітний клапан 2.

Після закінчення проміжку часу, заданого в блоці управління 20, проводиться седиментаційних аналіз в двох режимах: 1 - без створення однорідного електричного поля, 2 - при створеному однорідному електричному полі. Седиментаційних аналіз в 1 режимі виконується наступним чином. Чи включаються фотоприймач 5, що фіксують світло, відбите частками суспензії, фотоприймач 13, що фіксує світловий потік, що пройшов аналізуюче середовище. Сигнали від усіх фотоприймачів надходять в блок нормують перетворювачів 21. Через заданий проміжок часу за сигналом з блоку управління 20 фотоприймачі 13 і 5 виробляють повторне вимірювання. Сигнал також надходить в блок нормують перетворювачів 21.

Далі, через заданий проміжок часу, проводиться седиментаційних аналіз у 2 режимі: між електродами 18 створюється однорідне (постійне) електричне поле і виконуються аналогічні операції седиментаціого аналізу.

Після закінчення проміжку часу, заданого в блоці управління 20, по сигналу з блоку управління 20 включаються фотоприймачі 5, що фіксують світло, відбите частками суспензії, фотоприймач 13, що фіксує світловий потік, пройдений аналізуюче середовище. Сигнал від всіх фотоприймачів приходить в блок нормують перетворювачів 21. Через другий заданий проміжок часу, за сигналом з блоку управління 20 фотоприймач 13 і 5 виробляє повторне вимірювання. Сигнал також надходить в блок нормують перетворювачів 21. Пристрій індикації 22 фіксує отримані результати.

Відміність концентрацій у верхній і нижній частинах вимірювальної кювети дорівнює:

$$K = M_2 - M_1 \text{ мг/л}, \quad (1.11)$$

де  $M_1$   $M_2$  - концентрації зважених часток, що знаходяться у верхній і нижній частинах вимірювальної кювети.

Гідравлічна крупність частинок, відповідна  $K$ , дорівнює:

$$U > (1_2 - 1_1) / t, \text{ мм/с}, \quad (1.12)$$

де  $1_1$ ,  $1_2$  - відстань від поверхні рідини до фотоприймачів відповідно.  $t$  - час.

Крива седиментації є кривою залежності  $K / M = f(U)$ , де  $M$  - концентрація зважених часток в рідкому середовищі, що знаходиться в вимірювальної кюветі.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Отримані параметри дозволяють побудувати дві криві седиментації  $K / M = f(U)$ : 1 - без впливу однорідного електричного поля, 2 - в однорідному електричному полі. За цим кривим визначається електрофоретична рухливість частинок суспензії в досліджуваній воді. Для цього необхідно вибрати певне значення  $K / M$ , яке можна ввести в якості стандартного. Потім з графіків визначаються значення  $z$  і  $U$  для першого і другого випадків. Після цього проводиться обробка результатів седиментаційного аналізу для визначення електрофоретичної рухливості:

$$U_{2y} = U_2 + U_{\text{ефп.}} \quad (1.13)$$

де  $U_2, U_1$  - гідравлічна крупність частини суспензії,  $U_{2y}$  - умовна гідравлічна крупність частинок суспензії,  $U_{\text{ефп.}}$  - електрофоретична швидкість осідання частинок суспензії.

Умовної гідравлічної крупність названа тому, що вона складається з двох складових - дійсної гідравлічної крупності  $U_{2i}$  електрофоретичної швидкості руху частинок  $U_{\text{ефп.}}$ . Так як обидва вимірювання проходять в одній і тій же пробі води, то можна вважати:

$$U_2 = U_1 \quad (1.14)$$

Отже, електрофоретична швидкість руху частинок суспензії у воді дорівнює:

$$U_{\text{ефп.}} = U_{2y} - U_1 \quad (1.15)$$

Після проведення вимірювань по команді блоку управління 20 відключається джерело постійного світла 9 і проводиться вимір температури термометром опору 15. У блоці управління 20 визначається в'язкість в залежності від температури по залежності, закладеної в пам'ять пристрою.

Вимірювання питомого опору здійснюється також за командою блоку управління 20. Для цього між кільцевими електродами 18 створюється однорідне електричне поле. Опір обчислюється в блоці 20, де перетворюється в питому електропровідність. Величину питомої електропровідності води визначають за рівнянням:

$$\kappa = 1 / S (1 / R), \quad (1.16)$$

де: 1 відстань між електродами;

S- площа електродів;

R - опір води.

Величина дзета-потенціалу частинок визначається з рівняння Гельмгольца-Смолуховського:

$$z = \rho h w / e_0 e_a, \quad (1.17)$$

де  $e_0$  - електрична постійна дисперсної середовища,

$e_a$  - абсолютна діелектрична проникність,

h - коефіцієнт в'язкості,

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

$w$  - електрофоретична рухливість дисперсної фази.

Для прискорення і полегшення обчислення дзета-потенціалу частинок суспензії у воді, рівняння стосовно до дослідження водних суспензій було приведено до виду:

$$z=1,4 \cdot 10^5 h w, \quad (1.18)$$

де  $h$  - динамічна в'язкість води.

Після проведення всіх вимірювань за командою з блоку управління 20 включається електромагніт 14, відкривається клапан 4. Циліндр спорожняється, а з зменшенням рівня води в циліндрі 1 опускається поплавок 8 з очищувачим стрижнем 6. При цьому щітки 7 очищають від забруднень скла фотоприймачів 5. Крім того, в процесі спорожнення циліндра 1 обертається гідротурбінка 10 і прикріплені до неї щітки очищають скло фотоприймача 13. Для якісного миття вимірювальної кювети передбачається багаторазовий впуск і випуск води без проведення вимірювань. Для цього в блоці управління 20 задається відповідна уставка. Після спорожнення кювети 1 наступний цикл операцій з аналізу води повторюється через заданий проміжок часу.

### 1.9 Аналізатор якості води АКВ-2

Пристрій АКВ-2 дозволяє виконати аналіз однієї і тієї ж проби води в автоматичному режимі за такими характеристиками: кольоровості, температурі, результатами седиментаційного аналізу, електропровідності, в'язкості, електрофоретичної рухливості, дзета-потенціалу вміст частинок суспензії, хімічної потреби в кисні, вмісту хлору, водневого показника і редокспотенціалу, є функціональні можливості вибору режимів та забезпечення необхідної точності вимірювань відповідно до необхідних технологічним регламентом.

На рис. 1.18 представлена загальна схема пристрою для аналізу води; на рис.1.19 і 1.20 - схеми розташування циліндрів і комбінованих електродів в плані і вертикальних розрізах.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

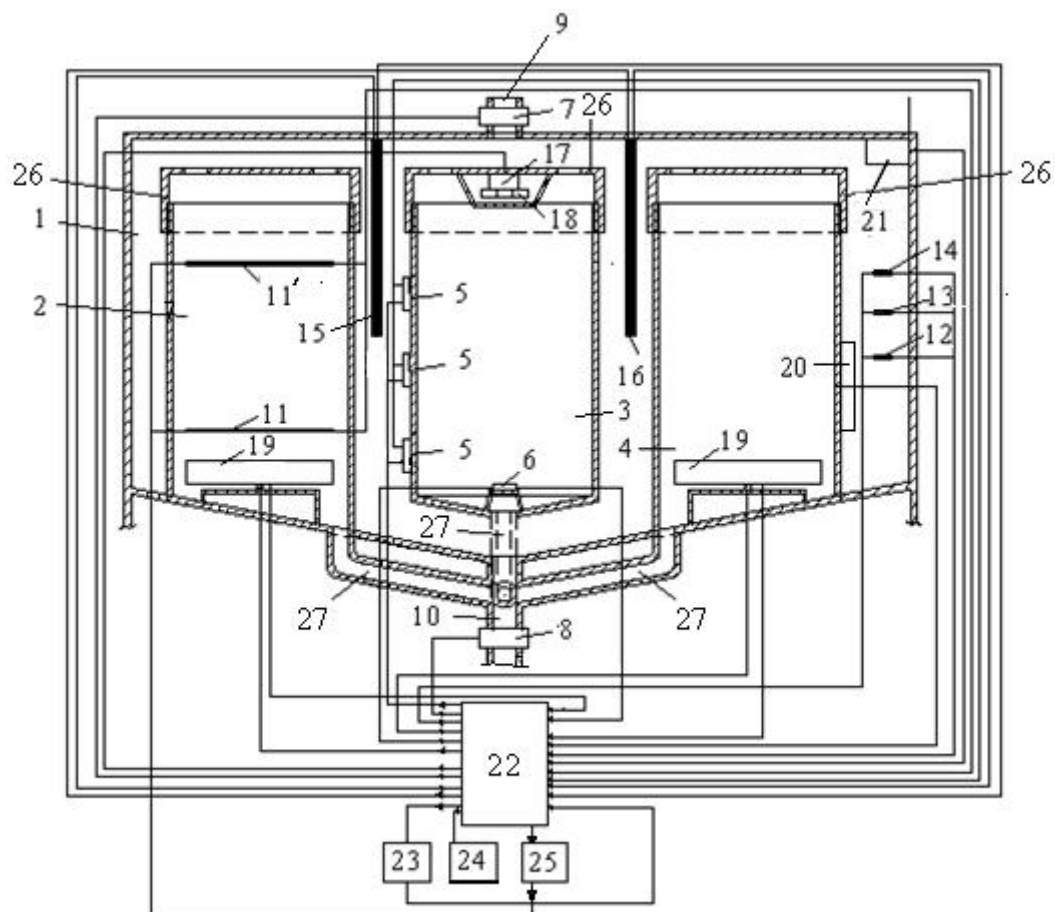


Рисунок 1.18 – Загальна схема пристрою для аналізу води АКВ – 2

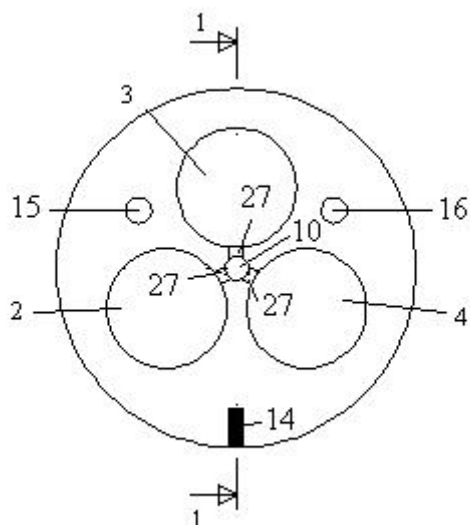


Рисунок 1.19 – Схема розташування циліндрів і комбінованих електродів в плані

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## Розріз 1-1

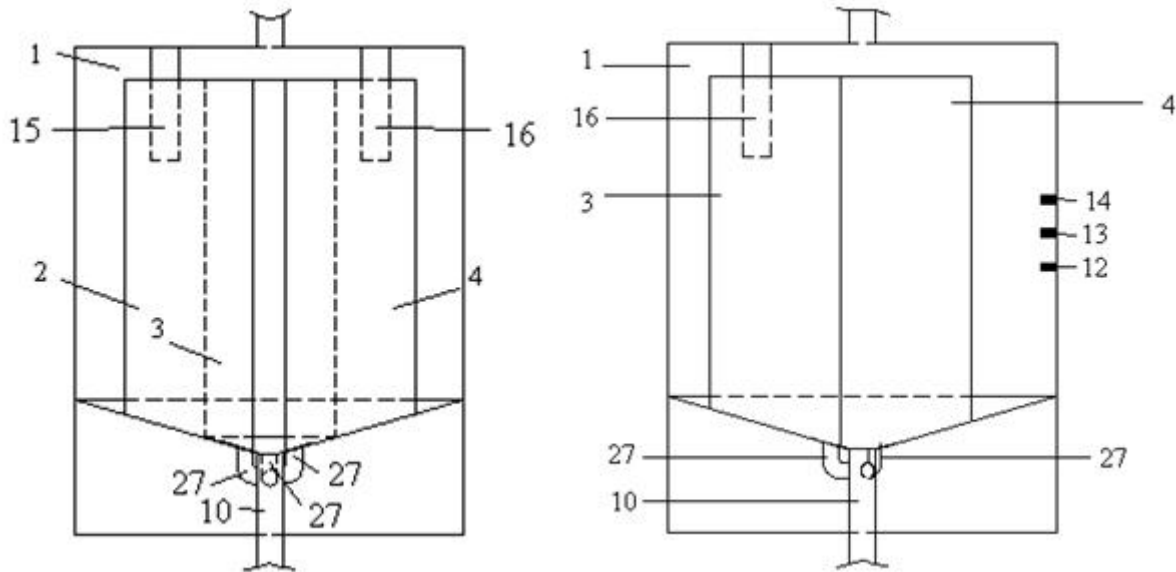


Рисунок 1.20 – Схеми розташування циліндрів і комбінованих електродів в розрізах.

Пристрій для аналізу води складається з циліндричного корпусу 1, всередині якого розташовані вимірювальні циліндри 2, 3 і 4, причому корпус і циліндри виконані з електро-непровідного матеріалу, а стінки і дно циліндрів 3 - прозорі; в стінки циліндра 3 вбудовані, в трьох рівнях, фотоприймач 5, реєструють розсіяний частками світло в напрямку, перпендикулярному руху осідають частинок, а в дно цього циліндра вбудований фотоприймач 6 для реєстрації світлового потоку в напрямку осідання частинок.

Пристрій також містить електромагнітні клапани 7 і 8, відповідно на трубах подачі 9 і відведення води 10; два електроди 11 і 11', розташовані у верхній і нижній частинах циліндра 2 для створення постійного електричного поля; три електрода: вимірювальний 12 з графіту, порівняльний 13 з міді і допоміжний 14 з нержавіючої сталі, розташовані в просторі між стінками корпусу 1 і циліндрів 2 і 4; комбінований рН-електрод 15, розташований в просторі між стінками корпусу 1 і циліндрів 2 і 3, комбінований редокс-електрод 16, розташований в просторі між стінками корпусу 1 і циліндрів 3 і 4; джерело світла 17; набір з п'яти світлофільтрів 18 для створення світла з довжинами хвиль 380, 400, 410, 500 і 800 нм; дві чашечки 19, є чутливими елементами високоточних ваг, розташовані в нижніх частинах циліндрів 2 і 4; термометр опору 20; датчик наповнення 21; блок управління 22; незалежну пам'ять 23; передавач 24 і джерело постійного струму 25. Всі вимірювальні циліндри мають кришки з перфорацією 26, через які відбувається їх рівномірне заповнення водою.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



Для відведення води з циліндрів 2, 3 і 4 в трубу 10 передбачений набір трубок 27.

Відповідно до технологічного регламенту пристрої до початку його експлуатації в блок управління вводяться такі уставки:

- вибір режиму вимірювань;
- інтервал часу між циклами вимірів;
- характеристики, встановлюють для води розчинів платино-кобальтової шкали кольоровості та хром-кобальтової шкали кольоровості;
- константа судини для циліндра 2 і температурні поправки.

Уставка «вибір режиму вимірювань» передбачає можливість встановлення режимів за окремими показниками якості води, комплексних режимів і повного режиму.

До режимам за окремими показниками ставляться: визначення каламутності води оптичним методом; седиментаційних аналіз з визначенням каламутності оптичним методом; визначення хімічної потреби в кисні; визначення рН; визначення вмісту хлору; визначення температури; визначення електропровідності; визначення кольоровості фотометричним методом по платино-кобальтової шкалою; визначення кольоровості фотометричним методом по хром-кобальтової шкалою.

До комплексних режимів, наприклад, відносяться: визначення температури - в'язкості - електрофоретичної рухливості - седиментаційних аналіз - обчислення дзета-потенціалу; визначення кольоровості двома способами.

Є також можливість вибору комплексних режимів за розділами окремих показників.

Повний режим вимірювань передбачає визначення всіх дванадцяти показників якості води з використанням «дублюючих» способів за визначенням каламутності, кольоровості і седиментаційної аналізу.

Пристрій працює наступним чином:

За сигналом блоку управління 22 відкривається клапан 7 на трубі подачі води, починає заповнюватися корпус 1. Коли вода підніметься на висоту вимірювальних циліндрів 2, 3 і 4, починається їх заповнення рідиною через кришки з перфорацією. Після заповнення вимірювальних циліндрів 2, 3 і 4 вода піднімається вище в корпусі 1 і досягає датчика наповнення 21, по сигналу якого блок управління забезпечує закриття електромагнітного клапана 7. Подача води припиняється. Таким чином, в корпусі і вимірювальних циліндрах встановлюються стаціонарні обсяги води.

При повному режимі вимірювань за сигналом блоку управління 22 включається джерело світла 17, таке включення здійснюється заздалегідь, щоб сила світла

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

даного джерела стабілізувалася. Одночасно починаються вимірювання у всіх трьох циліндрах. За допомогою термометра опору 20 вимірюється температура проби води. За величиною температури блок управління 22 визначає динамічну в'язкість води за формулою:

$$\mu = \frac{0,000183}{1 + 0,0337 \cdot t + 0,000221 \cdot t^2}, \text{ П,} \quad (1.19)$$

де  $t$  - температура води,  $^{\circ}\text{C}$ .

Отримані дані блок управління 22 відправляє в незалежну пам'ять 23. В циліндрі 2 за допомогою електродів 11 створюється постійне електричне поле, одночасно з включенням електродів 11 в блоці управління 22 включається таймер.

Під циліндрами 2 і 4 ваги вимірюють масу осідають на відповідні чашечки частинок, ці дані безперервно надходять в блок 22, який фіксує зміна маси в часі і по заздалегідь заданим алгоритмом будує седиментаційних криві I і II. Під дією постійного електричного поля частинки в циліндрі 2 осідають швидше, ніж в циліндрі 4, отже, крива I «випрямляється» раніше, ніж крива II. Після її випрямлення блок 22 вимикає таймер.

За даними ваг 19 в циліндрі 2 визначається каламутність. Дані про седиментаційних криві та каламутності записуються в незалежній пам'яті. Порівнюючи дві отримані седиментаційних криві, блок 22 по заздалегідь заданим алгоритмом визначає електрофоретична рухливість і дзета-потенціал. Ці два показники зберігаються в незалежній пам'яті 23 пристрою. На цьому вимірювання в двох циліндрах 2 і 4 закінчені. Після виключення таймера в блоці 22 визначається питомий опір і обчислюється електропровідність води за методикою, наведеною в . Одночасно з початком вимірювань в циліндрах 2 і 4 в циліндрі 3 починається вимір хімічної потреби в кисні (ХПК) .

Через світлофільтр проходить світло з довжиною хвилі 400 нм, фотоприймач фіксує силу цього світла, що пройшло через пробу. Світло вимикається, відбувається зміна світлофільтру з 400 нм на 500 нм. Вимірювання повторюються при даній довжині хвилі. Потім світлофільтр змінюється з 500 нм на 800 нм. Вимірювання повторюються. За трьома вимірами фотоприймача визначається показник поглинання світла при різних довжинах хвиль, за цими даними блок 22 обчислює ГПК. Потім в цьому ж циліндрі починається вимір кольоровості з використанням світлофільтрів на 380 і 410 нм.

Одночасно в циліндрі-корпусі 1 починається вимір рН, а потім редокс-потенціалу за допомогою комбінованих рН і редокс -електрод .

Після цього проводиться вимірювання залишкового хлору за допомогою вимірювального, порівняльного і допоміжного електродів, розташованих в циліндрі-корпусі 1.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Між вимірювальним електродом 12 з графіту і допоміжним електродом 14 з нержавіючої сталі подається постійна напруга, так що, щоб потенціал вимірювального електрода 12 з графіту щодо порівняльного електрода 13 з міді був в межах від +150 до -200 мВ (при концентрації хлору в воді від 0 до 5 мг/л). При таких умовах величина струму, що протікає між електродами вимірювальним 12 і допоміжним 14, прямо пропорційно залежить від концентрації залишкового хлору у воді.

Отримані дані по ГПК, кольоровості, редокс-потенціалу, рН і залишковим хлору зберігаються в незалежній пам'яті.

Блок управління 22, зчитуючи з пам'яті всі отримані дані, відправляє їх за допомогою передавача на заздалегідь заданий зовнішній пристрій (наприклад, комп'ютер).

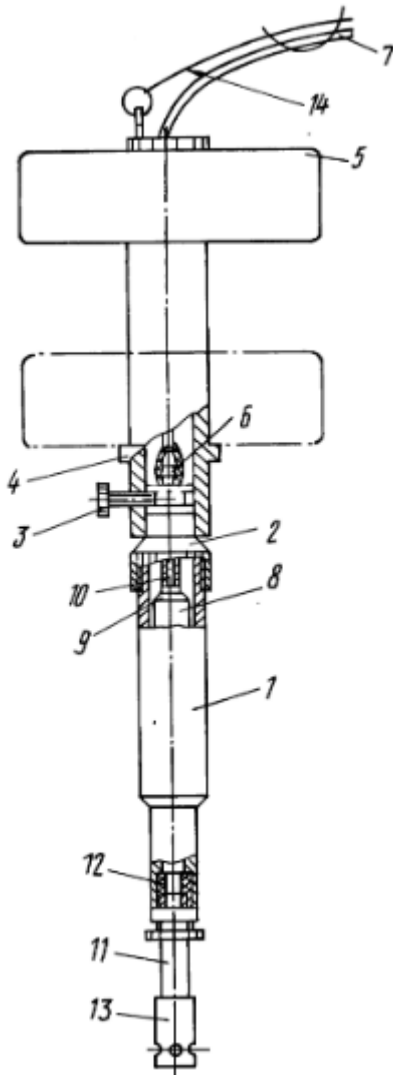
За сигналом блоку управління 22 відкривається електромагнітний клапан 8 на трубі відведення води 10 і відбувається спорожнення всіх циліндрів. Потім клапан 8 закривається.

У порівнянні з раніше відомими, даний пристрій має наступні переваги:

- розширюється набір показників, що характеризують якість природного і води, що очищається;
- збільшується функціональні можливості пристрою, що забезпечують великий вибір режимів вимірів і необхідну точність.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 2.1 Короткий опис приладу



Пристрій (рис. 2.1) містить циліндричну ємність 1, закриту кришкою 2, до якої кріпиться за допомогою стопорного гвинта 3 втулка 4 з утримуємим елементом 5, виконаним з легкого матеріалу (наприклад, пінистого полістиролу). Кришка 2 забезпечена штуцером 6 для кріплення шланга 7, приєднаного до вакуум-насоса (не показаний). Штуцер кріпиться в кришці 2 за допомогою різьблення, що дозволяє закручувати його всередину циліндричної ємності 1, де розміщені поплавки 8, забезпечений мембранним клапаном 9, і сідло 10, є другим кінцем штуцера 6. До дну ємності 1 прикріплений забірний наконечник 11 з ущільнювачем 12, в який вставлена трубка з поглинювальним засобом (не показано). Трубка захищена ковпачком 13. Пристрій за допомогою гнучкого елемента 14 кріпиться до штанги (не показано).

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## 2.2 Технологічна частина. Вступ

Технологічністю конструкції називається така властивість окремих деталей, складальних одиниць і приладів в більшості, при яких для даних умов, даного масштабу випуску і даних технічних вимог до приладу забезпечується найбільш швидке та економічне сприйняття його виробництва, а також більше раціональне його виготовлення.

Конструкція буде технологічною, якщо вона володіє:

- найменшою трудомісткістю й самим коротким виробничим циклом;
- найбільшою уніфікацією та нормалізацією складальних одиниць і деталей;
- великою змогою застосування більше простих і раціональних операцій, та також можливістю автоматизації складання при меншій кількості матеріалів та обладнання.

Для всіх виробів при відпрацюванні конструкції на технологічність ставляться наступні вимоги:

- зниження трудомісткості виготовлення;
- використання уніфікованих елементів конструкцій деталей;
- можливість застосування типових технологічних процесів.

## 2.3 Визначення показників технологічності конструкції

Абсолютний технічно економний показник трудомісткості виготовлення  $T_v$  виражається сумою нормо годин за добу, витрачених на виготовлення виробу:

$$T_v = \sum_i T_i \quad (2.1)$$

де  $T_i$  – трудомісткість виготовлення та випробувань -та складової виробу в нормо-годинах.

$$T_v = 97 \quad (2.2)$$

Рівень технологічності конструкції  $K_{p.v.}$  визначається відношенням досягнутої трудомісткості виробу  $T_v$  до базового показника трудомісткості виготовлення  $T_{б.в.}$ :

$$K_{p.v.} = \frac{T_v}{T_{б.в.}} = \frac{97}{100} = 0,97 \quad (2.3)$$

Технологічна собівартість  $C_v$  визначається як сума витрат на одиницю виробу:

$$C_v = C_m + C_z + C_{п.к.} = 2610,4 + 6393,82 + 200 = 9204,22 \text{ грн.} \quad (2.4)$$

де - вартість матеріалів, витрачених на виготовлення виробу;

- заробітна плата виробничих робочих з нарахуваннями;
- підприємницькі витрати на електроенергію, що вікористовували обладнанням, ремонт та амортизацію обладнання, інструменту та пристроїв, на змащувальні, охолоджуючі, обтиральні та інші матеріали.

Рівень технологічності конструкції за технологічною собівартістю  $K_{p.c.}$  рахується співвідношенням досягнутої собівартості приладу до технологічної собівартості базового виробу :

$$K_{p.c.} = \frac{C_v}{C_{б.в.}} = \frac{9204,22}{5000} = 1,84 \quad (2.5)$$

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Відносна собівартість підготовки приладу до функціонування дорівнює відношенню собівартості підготовки до функціонування та собівартості виготовлення:

$$C_{\text{н.п.ф.}} = \frac{C_{\text{п.ф.}}}{C_{\text{в}}} = \frac{354,70}{340} = 1,04 \quad (2.6)$$

Питома технологічна собівартість  $C_{\text{п.т.}}$  визначається відношенням технологічної собівартості до номінального значення основного параметру виробу:

$$C_{\text{п.т.}} = \frac{C_{\text{п.}}}{P} = \frac{9204,22}{8,2} = 1122,47 \quad (2.7)$$

Питома собівартість підготовки виробу до функціонування  $C_{\text{п.п.ф.}}$  визначається відношенням собівартості підготовки функціонування  $C_{\text{п.ф.}}$  до нормального значення основного технічного параметра пристрою:

$$C_{\text{п.п.ф.}} = \frac{C_{\text{п.ф.}}}{P} = \frac{354,7}{8,2} = 43,26 \quad (2.8)$$

Питома собівартість виготовлення  $C_{\text{т.в.}}$  визначається відношенням собівартості виготовлення до номінального значення основного технічного параметру  $P$ :

$$C_{\text{т.в.}} = \frac{C_{\text{в}}}{P} = \frac{340}{8,2} = 41,46 \quad (2.9)$$

## 2.4 Схема складального складу

За аналізом проектної документації складені схеми складального складу (рис. 2.2). У ньому показана структурна схема пристрою, назва і кількість деталей, які використовуються як складові картки під час процесу складання.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

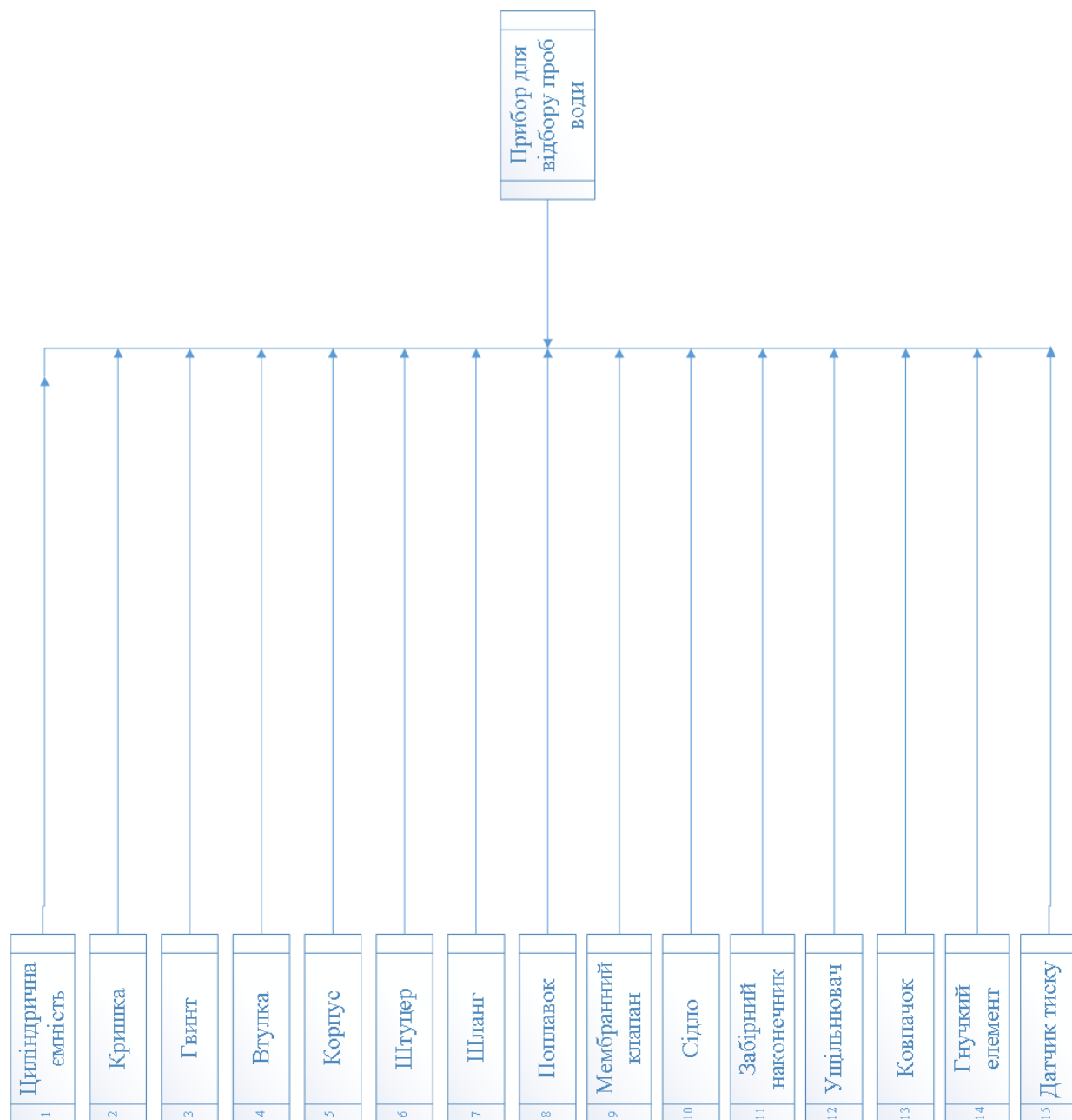


Рисунок 2.2 – Схема складального складу

## 2.5 Технологічна схема складання

Послідовність зборки, способи забезпечення з'єднань, періодичність і зміст процесу регулювання, іспитів і контролю визначає технологічна схема зборки передатнього механізму.

Технологічна схема складання, сприяючи аналізу конструкції механізму з технологічної точки зору, дозволяє вносити зміни в конструкцію приладу, що спрощують технологічний процес.

Технологічна схема складання, представляючи собою, наочне зображення збирального процесу, є основним документом, що фіксує технологічний процес зборки.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

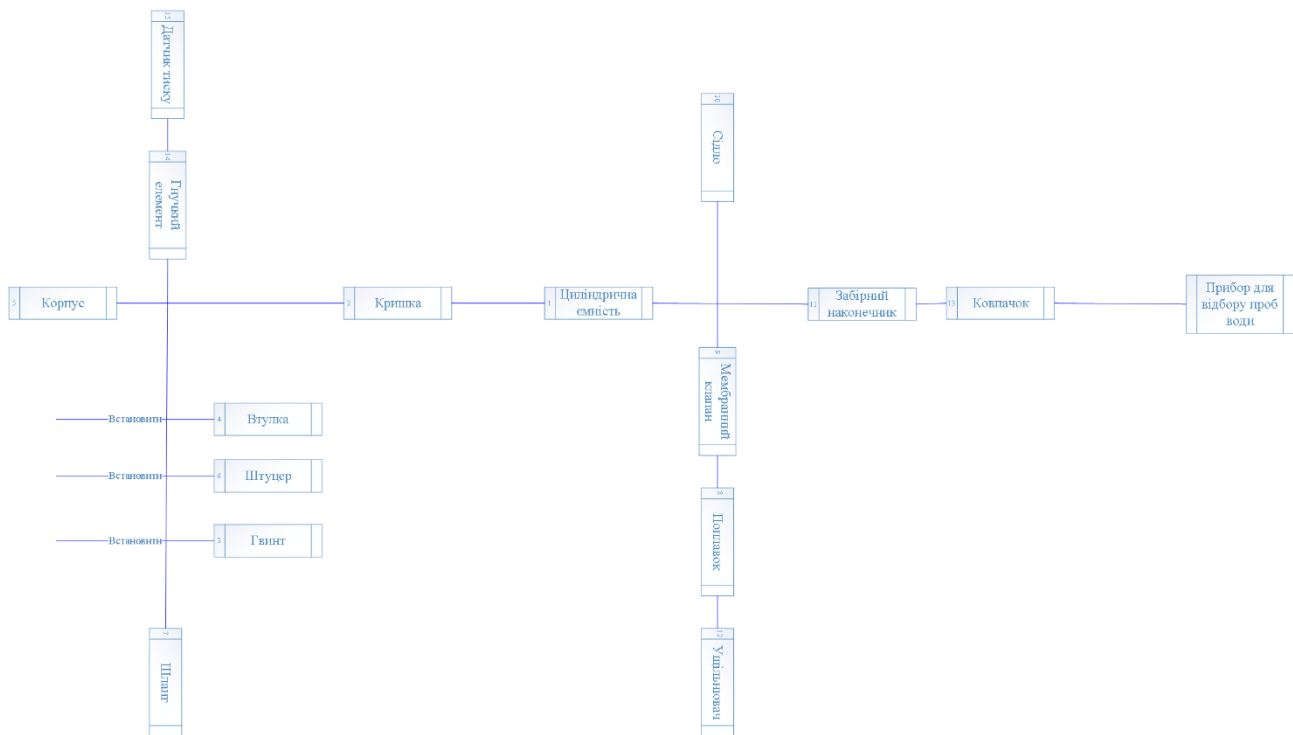


Рисунок 2.3 - Технологічна схема складальної одиниці

## 2.6 Розрахунок складальної одиниці на точність

Точність виконання складальних робіт має визначальне значення для формування точності виготовлених приладів.

До приладів пред'являються визначені вимоги щодо точності показань чи до вихідних показань при заданих умовах експлуатації. При цьому повинна забезпечуватися надійність роботи і потрібний термін служби. Усі ці вимоги забезпечуються правильним і обґрунтованим вибором принципової схеми приладу і його конструкції, а також технологією виготовлення деталей і складання приладу. Однієї з основних вимог технологічності конструкції приладу при виконанні зборки в серійному виробництві є взаємозамінність складальних одиниць і деталей. У процесі виготовлення приладів неминучі погрішності у виготовленні деталей. Тому вихідні параметри складальних одиниць відрізняються від номінальних значень. З огляду на вплив на вихідні параметри складальних одиниць або прилад – це означає зробити розрахунок геометричної точності і розрахунок приладу на фізичну взаємозамінність.

Перша оцінює точність спряження елементів у кінематичних ланцюгах приладу і відповідає за точність дотримання зазорів, натягів, взаємного розміщення поверхонь або осей окремих елементів складання. В основі другої лежить точність вихідного фізичного параметра: механічних, фізичних і інших величин.

Потрібна точність складання (геометрична точність) може забезпечуватися

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		



різними методами в залежності від необхідності точності і програми випуску. У приладобудуванні застосовують п'ять методів забезпечення точності:

- метод повної взаємозамінності;
- метод неповної взаємозамінності.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

### Висновок до розділу

При технологічній розробці конструкції прилада для відбору проб води були зроблені наступні кроки:

- зроблено короткий опис складальної одиниці (рис. 2.1);
- було знайдено питому собівартість ;
- було розроблено схему складального складу (рис. 2.2);
- було розроблено технологічну схему складальної одиниці (рис. 2.3);

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У даному дипломному проекті було досліджено спосіб відбору проби рідини для аналізу в ній домішок і пристрій для його здійснення. Досліджено дистанційний моніторинг параметрів водного середовища. Розглянуто аналоги об'єкта проектування . Розрахований показник технологічності конструкції. Побудована і розглянута схема складального складу та технологічна схему складальної одиниці.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Брумштейн Ю.М., Горбачев И.Н., Иванова М.В., Аксенова Ю.Ю. Применение информационно-коммуникационных технологий для поддержки экологических решений в процессе обучения в ВУЗах г.Астрахани //Астраханский вестник экологического образования - №1 (17)-2011-с.33-42
- 2.Брумштейн Ю.М., Подгорный А.Н. Комплексный анализ факторов информационной и интеллектуальной безопасности регионов //Информационная безопасность регионов, Саратов, 2011, №1(8), с.8-14
- 3.Брумштейн Ю.М., Иванова М.В. Одно- и многомерные временные ряды: анализ возможных методов оптимизации отсчетов и оценки характеристик //Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии.-Астрахань – 2012 - №4 - с.34-43
- 4.Брумштейн Ю.М., Аксенова Ю.Ю., Неживая Ю.Н., Травова Е.С., Кузьмина А.Б. Экологическое образование студентов инженерных специальностей вузов: направления обучения и особенности использования информационных технологий //Астраханский вестник экологического образования - №1 (23)-2013-с.88-91
- 5.Брумштейн Ю.М., Сисемалиева М.А., Ибрагимова Т.А. Экология Астраханской области в зеркале Интернета //Астраханский вестник экологического образования - №1 (23)-2013-С.92-96
- 6.Гуртовцев А. Л. Современные принципы автоматизации энергоучета //Автоматизация.- 2005. № 1. - С. 15
- 7.Кругляк К. Промышленные сети: цели и средства // Современные технологии автоматизации.- 2002. - № 4.  
- С. 6-12. [Электронный ресурс] [www.cta.ru](http://www.cta.ru). Дата обращения 16.02.2014
- 8.Попова Н.В. Разработка и реализация унифицированного комплекса мониторинга состояния городской воздушной среды. – Автореф. дис. ... канд. техн. наук: спец. 05.11.13 [Место защиты: Национальный исследовательский университет «МИЭТ»].- М.: 2012.- 27 с.
- 9.Шалатонин И.А., Бондаренко А.С. Мониторинг удаленных объектов с использованием проводных и

					<b>ДП. ПІ 51.00 ПЗ</b>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

беспроводных сетей [Электронный ресурс]

[http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/10355/1/pages%20from%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F\\_1.%20503-508pdf.pdf](http://elib.bsu.by/bitstream/123456789/10355/1/pages%20from%20%D0%9A%D0%BE%D0%BD%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D1%86%D0%B8%D1%8F_1.%20503-508pdf.pdf)

Дата обращения 16.02.2014

10.Чуйков Ю.С. Об особо охраняемых природных территориях Астраханской области //Астраханский вестник экологического образования - №3 (25)-2013-С.88-95

11.[Электронный ресурс] (Беспроводная сенсорная сеть)  
[http://ru.wikipedia.org/wiki/Беспроводная\\_сенсорная\\_сеть](http://ru.wikipedia.org/wiki/Беспроводная_сенсорная_сеть). Дата обращения-13.02.2014.

12.Цюра Д.В., Ямлеева Э.У. Методы и технические средства контроля качества воды. –Ульяновск: УлГТУ, 2006. –135 с.

13.Никитенков Б.Ф., Лагутина Н.В. Мониторинг водных объектов и геоинформационные системы. –Москва, 2007. –117с.

14. Ваганов, В. И. Интегральные тензопреобразователи / В. И. Ваганов. – М. : Энергоатомиздат, 1983. – 136 с.

15. Распопов, В. Я. Микромеханические приборы : учеб. пособие / В. Я. Распопов. – М. : Машиностроение, 2007. – 400 с.

16. Баринов, И. Н. Разработка и изготовление микроэлектронных датчиков давления для особо жестких условий эксплуатации / И. Н. Баринов, В. С. Волков, Б. В. Цыпин, С. П. Евдокимов // Датчики и системы. – 2014. – № 2. – С. 49–61.

17. Баринов, И. Н. Оптимизация чувствительного элемента датчика давления с поликремниевыми тензорезисторами / И. Н. Баринов, В. С. Волков // Приборы. – 2013. – № 2. – С. 1–5.

18. Кучумов, Е. В. Струнный автогенераторный измерительный преобразователь на основе пьезоструктуры / Е. В. Кучумов, И. Н. Баринов, В. С. Волков // Измерение. Мониторинг. Управление. Контроль. – 2014. – № 2 (8). – С. 58–65.

19. Баринов, И. Н. Высокотемпературные тензорезистивные датчики давлений на основе карбида кремния. Состояние разработок и тенденции развития / И. Н.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		

Баринов // Компоненты и технологии. – 2010. – № 8. – С. 64–71.

20. Козин, С. А. Микроэлектронные датчики физических величин на основе МЭМСтехнологий / С. А. Козин, А. В. Федулов, В. Е. Пауткин, И. Н. Баринов // Компоненты и технологии. – 2010. – № 1. – С. 24–27.

					ДП. ПІ 51.00 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат		